

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Leonardo Tagliari Rico

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SOLDAGEM-
MONTAGEM EM AMBIENTE DE MANUFATURA ENXUTA
NO SETOR METAL-MECÂNICO – UM ESTUDO DE CASO**

**FLORIANÓPOLIS
2009**

Leonardo Tagliari Rico

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SOLDAGEM-
MONTAGEM EM AMBIENTE DE MANUFATURA ENXUTA
NO SETOR METAL-MECÂNICO – UM ESTUDO DE CASO**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós –Graduação em Engenharia Mecânica
da Universidade Federal de Santa Catarina,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Engenharia Mecânica.
Sob orientação do Prof. João Carlos
Espíndola Ferreira, Phd**

Área de concentração: Fabricação.

**FLORIANÓPOLIS
2009**

Leonardo Tagliari Rico

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SOLDAGEM-
MONTAGEM EM AMBIENTE DE MANUFATURA ENXUTA
NO SETOR METAL-MECÂNICO – UM ESTUDO DE CASO**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Engenharia Mecânica da
Universidade Federal de Santa Catarina, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia Mecânica. Sob orientação
do Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Phd**

Área de concentração: Fabricação.

Aprovado em ____ de ____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Antônio Forcellini

Prof. Dr^a. Vera Lucia D.V. Pereira

Prof. Abelardo A. de Queiroz, Ph.D

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, meu pai João, minha mãe Rosa e meu irmão Cassiano. Que são e sempre serão, o maior apoio que tenho.

Aos amigos e namorada por tornarem tudo mais fácil.

A família Maglia, por tornar tudo melhor em Floripa.

Ao meu orientador, professor João Carlos Espíndola Ferreira, por sua excelente orientação. Seu conhecimento, técnica e dedicação foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

À empresa Kuhn Brasil, por gerar a oportunidade de realizar este trabalho e pelo apoio no desenvolvimento e implementação do mesmo.

Aos amigos que moraram comigo em Florianópolis, Kleber e Marcus.

E por fim e não menos importante, à UFSC e ao POSMEC, pela oportunidade de cursar um mestrado numa universidade reconhecida por seu alto nível em qualidade de ensino.

RESUMO

A compreensão do mercado e as respostas sobre as necessidades são parte fundamental do sucesso das organizações. Em torno de uma compreensão lógica e pontual o trabalho desenvolvido apresenta uma revisão bibliográfica sobre a manufatura enxuta citando a história, nascimento, conceitos e as bases do sistema e suas ferramentas. Uma vez classificada a estrutura da revisão serviu para uma ampla análise práticas em sequenciar e estruturar o mapeamento de fluxo de valor atual e futuro. E de posse da situação futura as soluções adotadas converge para o desenvolvimento de uma divisão lógica de etapas para estruturar a transformação rumo a manufatura enxuta. Nesta abordagem os ganhos são consequência de uma interligação ampla de ferramentas que provocam uma redução importante nos tempos totais de processo, ou seja, o tempo de agregação de valor comparativamente ao tempo total é equalizado. Não é intenção deste trabalho abordar a empresa como um todo para propor soluções de âmbito geral, mas sim, propor e executar o uso de ferramentas da manufatura enxuta, através do sistema puxado e nivelado no setor de montagem das enxadas rotativas (EL), compreendendo a linha de montagem e de solda. Este trabalho constitui uma abordagem racional de técnicas de forma a servir aos propósitos pré- estabelecidos na nacionalização desta linha de produto. Nestas execuções práticas e pontuais as metas são específicas, sem, no entanto perder o enfoque na necessidade de estruturar a empresa como um todo, para que a importância da manufatura enxuta seja compreendida e, em decorrência, implementada em diversos níveis e setores, para que a empresa faça frente a novas estruturas do mercado.

Palavras-chave: manufatura enxuta, mapeamento do fluxo de valor, produção puxada e nivelada e layout celular.

ABSTRACT

The world market demands from the organizations more and more integration of processes and swinging of stages so that the time reduction turns the answers agile enough to assist the demands with efficiency without burdening inventories excessively or inflating personnel's or equipments' structures. The developed work presents a bibliographical revision on the lean manufacture mentioning the history, birth, concepts and the bases of the system and its tools. Once classified the structure of the revision, it was used for a wide practical analysis in sequencing and structuring the current and future value steam mapping. And with the possession of the future situation the adopted solutions converges into the development of a specialist and unified cell of weld and total flexible assembly in the attendance of the products' gamma . In this approach the profits are consequence of a wide interconnection of tools that cause an important reduction in the total time process, that is, the time of value aggregation in comparison with the total time is equalized. It is not intention of this work to approach the Kuhn group in a global form to propose solutions of general scope, but considering and executing the use of tools of lean manufacture, through pull and level production in the assembly sector of rotating hoes (EL), comprising the weld and assembly line. This work constitutes a rational boarding of techniques to serve predefined intentions in the nationalization of this product line. In these practical and prompt executions the goals are specific, without losing the approach in the necessity of structuralizing the company as a totality, thus the importance of the lean manufacture can be understood and, as a result, can be implemented in several levels and sectors, in order to confront the new market structures.

Key words: lean manufacture, value steam mapping, pull and level production and cell layout.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.2.1- PRIMEIRA UNIDADE DA EMPRESAS	18
FIGURA 1.2.2 - ORGANOGRAMA DE GRUPO BUCHER	18
FIGURA 1.2.3 - ORGANOGRAMA DO GRUPO KUHN	19
FIGURA 1.3.1- ENXADAS ROTATIVAS EL 53-190	20
FIGURA 1.3.2 - VARIAÇÕES ENTRE MODELOS	22
FIGURA 1.4.1 - DIVISÕES DE MERCADO (BUCHER ANNUAL REPORTE, 2008)	23
FIGURA 1.6.1 - EXPORTAÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS NO BRASIL (ANFAVEA, 2004)	26
FIGURA 2.2.1 - LINHA DO TEMPO DA PRODUÇÃO	33
FIGURA 2.4.1 - BASES DA COMPREENSÃO LEAN	35
FIGURA 2.5.1 - EXCESSO DE PRODUÇÃO	36
FIGURA 2.5.2 - ESPERA.....	36
FIGURA 2.5.3 - EXCESSO DE MOVIMENTAÇÃO	37
FIGURA 2.5.4 - INVENTÁRIO	38
FIGURA 2.5.5 - DEFEITOS.....	38
FIGURA 2.5.6 - PROCESSOS DESNECESSÁRIOS.....	39
FIGURA 2.5.7 - MOVIMENTAÇÃO	40
FIGURA 2.5.8 - LINHA DE AGREGAÇÃO DE VALOR.....	41
FIGURA 2.6.1 – ETAPAS DO MFV.....	43
FIGURA 2.6.2- FLUXO DA IMPLEMENTAÇÃO.....	45
FIGURA 2.7.1- FLUXO EM LOTES	47
FIGURA 2.7.2 - LOTES UNITÁRIOS E VARIÁVEIS.....	47
FIGURA 2.8.1 - AGRUPAMENTO DE ETAPAS EM UMA CÉLULA DE MANUFATURA.....	48
FIGURA 2.12.1 - KANBAN DE PRODUÇÃO.....	56
FIGURA 2.12.2 - A OPERAÇÃO DO SISTEMA KANBAN DE CARTÃO ÚNICO FONTE: (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).....	58
FIGURA 2.12.3 - A OPERAÇÃO DO SISTEMA KANBAN DE DOIS CARTÕES FONTE: (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).....	59
FIGURA 2.13.1 - COMPARAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO EM LOTES GRANDES E DA PROGRAMAÇÃO NIVELADA FONTE: (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).	62
FIGURA 3.1.1 - LOOPS DO ESTADO FUTURO	64
FIGURA 3.1.2 - LOOP PUXAR	65
FIGURA 3.1.3 - LOOP FLUXO.....	65
FIGURA 3.1.4 - LOOP SIMPLICIDADE.....	66
FIGURA 3.1.5 - LOOP ESTABILIDADE.....	66
FIGURA 3.2.1 - ENTRADA E SAÍDA DOS PROCESSOS	69

FIGURA 3.2.2- FLUXO DE TRABALHO DOS KITS	71
FIGURA 3.2.3- KIT DE PEÇAS SOLDADAS.....	71
FIGURA 3.2.4- FLUXO DE TRABALHO DAS ORDENS SINCRONIZADAS	72
FIGURA 3.2.5- PARAFUSADEIRA PNEUMÁTICA	73
FIGURA 3.2.6- PISTOLA DE RETRAÇÃO TÉRMICA	73
FIGURA 3.2.7 – TORNO CNC ADQUIRIDO.....	73
FIGURA 3.2.8- FLUXO DE TRABALHO PALLETS INTERCAMBIÁVEIS.....	74
FIGURA 3.2.9 - MÁQUINA DE CORTE A LASER	74
FIGURA 3.2.10- DOBRADEIRA	74
FIGURA 3.2.11 - TROCAS RÁPIDAS DE FERRAMENTAS	75
FIGURA 3.2.12- PRENSA	75
FIGURA 3.2.13 - EMPILHADEIRA ELÉTRICA	75
FIGURA 3.2.14 - FLUXOGRAMA ANTERIOR A INSTALAÇÃO DO NOVO SOFTWARE	76
FIGURA 3.2.15 - FLUXOGRAMA DE ENTRADA DE PEDIDO ATUAL	76
FIGURA 3.2.16 - DECOMPOSIÇÃO DAS OPÇÕES DAS MÁQUINAS	77
FIGURA 3.2.17- TELA DE CONFIGURAÇÃO.....	78
FIGURA 3.2.18 - FICHA DE MONTAGEM	78
FIGURA 3.2.19 - MODELO DA ETIQUETA IMPRESSA VIA SISTEMA	79
FIGURA 3.2.20 - FLUXO DO KANBAN	79
FIGURA 3.2.21- LISTAS DE NECESSIDADES.....	81
FIGURA 3.2.22 - SEQUÊNCIA DE COLETA DOS ITENS VIA LISTA DE NECESSIDADES	81
FIGURA 3.2.23- ORDEM SINCRONIZADA.....	82
FIGURA 3.2.24 - FLUXO DE LIBERAÇÕES	82
FIGURA 3.2.25 - MODELO DO CAMINHO RUMO À MELHORIA	83
FIGURA 3.2.26 - DIVISÃO DOS GRUPOS.....	84
FIGURA 3.2.27 - EXEMPLO DE TRABALHO REALIZADO: PULMÃO PARA NIVELAR A MONTAGEM DOS ROTORES.....	84
FIGURA 3.2.28 - CICLO DE MELHORIA ADOTADO PARA O PDCA.....	85
FIGURA 3.2.29- ORGANIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS NAS BANCADAS – EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO 5S	86
FIGURA 3.3.1- TABELA DE ENDEREÇO DOS LOCAIS	88
FIGURA 3.3.2- SETORES DO CHÃO DE FÁBRICA.....	88
FIGURA 3.3.3- MAPA DAS COORDENADAS	89
FIGURA 3.3.4- IDENTIFICAÇÃO FÍSICA DOS LOCAIS	89
FIGURA 3.3.5- TIPOS DE EMBALAGENS METÁLICAS	90
FIGURA 3.3.6- CAIXAS PLÁSTICAS.....	90
FIGURA 3.3.7- IDENTIFICAÇÃO FÍSICA DAS PRATELEIRAS	90
FIGURA 3.3.8- ENDEREÇOS DE SEIS DÍGITOS NA FÁBRICA.....	91
FIGURA 3.3.9- ORDEM DO ENDEREÇAMENTO NA FÁBRICA	91
FIGURA 3.3.10- ENDEREÇOS DE SEIS DÍGITOS ALMOXARIFADO	92

FIGURA 3.3.11- ORDEM DO ENDEREÇAMENTO ALMOXARIFADO	92
FIGURA 3.3.12 - QUADRO DE SEQUENCIAMENTO DA SOLDAGEM	93
FIGURA 3.3.13- PERFIL DE DESLOCAMENTO SEM SUPERMERCADO.....	95
FIGURA 3.3.14- PERFIL DE DESLOCAMENTO COM SUPERMERCADO.....	95
FIGURA 3.3.15- FOTO DO SUPERMERCADO DO SETOR.....	96
FIGURA 3.4.1- ESTRATÉGIA DE NIVELAMENTO DIA A DIA.....	101
FIGURA 3.4.2- PERFIL DA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS NO SETOR NO ESTADO ATUAL	105
FIGURA 3.4.3- PERFIL DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS NO ESTADO FUTURO	105
FIGURA 3.4.4 - LAYOUT ATUAL.....	106
FIGURA 3.4.5 - MAPA PARA LEVANTAMENTO DOS DESLOCAMENTOS	107
FIGURA 3.4.6 - CONTAGEM DO DESLOCAMENTO DE UM OPERADOR NO SETOR	107
FIGURA 3.4.7- DINÂMICA DE ORGANIZAÇÃO DO LAYOUT.....	108
FIGURA 3.4.8 - LAYOUT FUTURO	109
FIGURA 3.4.9- O INÍCIO DA IMPLEMENTAÇÃO DO LAYOUT FUTURO.....	109
FIGURA 3.4.10- LAYOUT FUTURO EM IMPLEMENTAÇÃO	109
FIGURA 3.4.11 - LAYOUT FUTURO IMPLEMENTADO.....	110
FIGURA 3.4.12 - ETAPAS DE MONTAGEM AGRUPADAS PARA O BALANCEAMENTO	111
FIGURA 3.4.13 - DIVISÃO DE ETAPAS ATRAVÉS DO SOFTWARE	112
FIGURA 3.4.14 - REDUÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO APÓS DIVISÃO DOS POSTOS DE TRABALHO	113
FIGURA 3.4.15 - PERFIL DOS TEMPOS DE CICLO NA DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO	114
FIGURA 3.4.16- POSTO 1	114
FIGURA 3.4.17 - POSTO 2.....	114
FIGURA 3.4.18 - POSTO 3.....	114
3.4.19 - SISTEMA GIRATÓRIO DE FLUXO CONTÍNUO.....	115
FIGURA 3.4.20 - PERFIL DE ALIMENTAÇÃO ATUAL	116
FIGURA 3.4.21 - PERFIL DE ALIMENTAÇÃO PROPOSTO NO ESTADO FUTURO	116
FIGURA 3.4.22 - ALIMENTAÇÃO DE MATERIAIS E DIVISÃO DOS POSTOS DE MONTAGEM.....	117
FIGURA 3.4.23 - PRATELEIRAS DE ENTREGA DE ITENS DO ALMOXARIFADO NO POSTO DE TRABALHO	117
FIGURA 3.4.24 - CARROS DE COLETA.....	118
FIGURA 3.4.25 - LISTAS DE PICKING (PRIMEIRO MODELO).....	118
FIGURA 3.5.1- VISTA EXPLODIDA DA MÁQUINA BASE PARA O POSTO DE TRABALHO 5850	121
FIGURA 3.5.2- VISTA EXPLODIDA DO CARTER PARA O POSTO DE TRABALHO 5851	121
FIGURA 3.5.3- VISTA EXPLODIDA DO ROTOR PARA O POSTO DE TRABALHO 5851	121
FIGURA 3.5.4- VISTA EXPLODIDA DO SUPORTE PARA O POSTO DE TRABALHO 5852.....	121
FIGURA 3.5.5- PLANO PARA CADA PEÇA (PPCP) - ETAPA DE ANÁLISE FÍSICA DOS ITENS.....	122

FIGURA 3.5.6- PLANO PARA CADA PEÇA (PPCP) - ANÁLISE FÍSICA DOS ITENS DE ALMOXARIFADO	122
FIGURA 3.5.7 - CICLO DO KANBAN NA FÁBRICA.....	124
FIGURA 3.5.8 - DETALHES DO PROCESSO DE REGISTRO DO PCP – FÁBRICA.....	125
FIGURA 3.5.9 - DETALHES CARTÃO KANBAN (ETIQUETA)	125
FIGURA 3.5.10 - PÁGINA DE CADASTRO DOS KANBANS	127
FIGURA 3.5.11 - FLUXO DE INFORMAÇÃO ALMOXARIFADO PARA OS SUPRIMENTOS	129
FIGURA 3.5.12 - FLUXO DE INFORMAÇÕES (COMPRAS DIRETAS DO ALMOXARIFADO) ...	130
FIGURA 3.5.13 - ESQUEMA DO KANBAN DE ITENS ADQUIRIDOS.....	131
FIGURA 3.5.14 - FLUXO KANBAN ITENS FABRICADOS.....	132
FIGURA 3.5.15 - COMPONENTES DO KANBAN	132
FIGURA 3.5.16 - MOVIMENTAÇÃO DOS CARTÕES.....	134
FIGURA 3.5.17 - SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO DOS CARTÕES NO QUADRO	134
FIGURA 3.5.18 - PEÇAS FUNDIÇÃO.....	135
FIGURA 3.5.19 - FLUXO DE ENVIO DE PEÇAS FUNDIDAS PARA PROCESSAMENTO EXTERNO	136
FIGURA 4.1.1 - MIL MÁQUINAS PRODUZIDAS	137

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1.3.1 - DADOS TÉCNICOS REFERENTES ÀS ENXADAS ROTATIVAS	20
TABELA 1.3.2 - DEMANDA MENSAL	21
TABELA 3.2.1- DETALHES DO PROJETO DE MELHORIA.....	69
TABELA 3.2.2- PLANO DE AÇÃO.....	85
TABELA 3.4.1 - DEFINIÇÃO DA PRODUÇÃO MENSAL JUNHO	99
TABELA 3.4.2 - DEFINIÇÃO DA PRODUÇÃO SEMANAL	99
TABELA 3.4.3 - PLANILHA DE NIVELAMENTO PARA JUNHO / 09.....	101
TABELA 3.4.4 - TOMADA DE TEMPO PARA A MONTAGEM DA MÁQUINA.....	103
TABELA 3.4.5 - TOMADA DE TEMPO PARA MONTAGEM DA MÁQUINA	103
TABELA 3.4.6 - TOMADA DE TEMPO PARA O TESTE	104
TABELA 3.4.7 - TOMADA DE TEMPO PARA A EMBALAGEM.....	104
TABELA 3.4.8 - TEMPOS POR POSTO DE TRABALHO.....	112
TABELA 3.5.1-PARTE DO PLANO PARA CADA PEÇA	123
TABELA 3.5.2 - ROTEIROS DE FABRICAÇÃO.....	123
TABELA 4.1.1- DADOS OPERACIONAIS	138

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 3.4.1 - TEMPO TAKT	102
EQUAÇÃO 3.4.2 - TEMPO TAKT 2.....	102
EQUAÇÃO 3.4.3 - NÚMERO DE OPERADORES	110
EQUAÇÃO 3.4.4 - TEMPO DE CICLO	111
EQUAÇÃO 3.5.1 - CÁLCULO KANBAN TIPO 4	127

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO ----- 17

1.1. VISÃO GERAL DO CONTEXTO E DO TEMA ----- 17

1.2. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA ----- 17

1.2.1. HISTÓRICO ----- 17

1.2.2. DIVISÕES DO GRUPO ----- 18

1.3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO ----- 19

1.3.1. DADOS DO PRODUTO ESCOLHIDO ----- 19

1.3.2. GAMA DE PRODUTOS ----- 21

1.4. IDENTIFICAÇÃO DO MERCADO ----- 22

1.4.1. ANÁLISE DO NEGÓCIO ----- 22

1.4.2. MISSÃO E VISÃO ----- 23

1.4.3. FORMULAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DE PESQUISA ----- 24

1.5. DELIMITAÇÕES DO TRABALHO ----- 25

1.6. JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO ----- 26

1.7. OBJETIVOS ----- 27

1.7.1. OBJETIVO GERAL ----- 27

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ----- 28

1.8. ESTRUTURA DO TRABALHO ----- 28

1.9. METODOLOGIA DA PESQUISA ----- 29

2. PENSAMENTO LEAN (MANUFATURA ENXUTA) ----- 30

2.1. HISTÓRIA ----- 30

2.2. O NASCIMENTO ----- 32

2.3. O CONCEITO ----- 34

2.4. AS BASES DO SISTEMA LEAN ----- 34

2.5. OS SETE DESPERDÍCIOS NA MANUFATURA ENXUTA ----- 35

2.5.1. SUPERPRODUÇÃO ----- 35

2.5.2. TEMPO DE ESPERA ----- 36

2.5.3. TRANSPORTE ----- 37

2.5.4. ESTOQUE ----- 37

2.5.5. PRODUTOS DEFEITUOSOS ----- 38

2.5.6. PROCESSAMENTO DESNECESSÁRIO -----	39
2.5.7. MOVIMENTAÇÃO -----	39
2.5.8. VALOR -----	40
2.6. FLUXO DE VALOR-----	41
2.7. FLUXO CONTÍNUO -----	46
2.8. TECNOLOGIA DE GRUPO -----	47
2.9. LAYOUT-----	48
2.9.1. PRINCÍPIO DA INTEGRAÇÃO -----	48
2.9.2. PRINCÍPIO DA MÍNIMA DISTÂNCIA -----	48
2.9.3. PRINCÍPIO DE OBEDIÊNCIA AO FLUXO DAS OPERAÇÕES -----	49
2.9.4. PRINCÍPIO DO USO DAS 3 DIMENSÕES -----	49
2.9.5. PRINCÍPIO DA SATISFAÇÃO E SEGURANÇA -----	49
2.9.6. PRINCÍPIO DA FLEXIBILIDADE -----	49
2.10. JUST-IN-TIME-----	49
2.11. JIDOKA OU AUTONOMAÇÃO -----	51
2.12. KANBAN -----	52
2.12.1. O SISTEMA KANBAN -----	52
2.12.2. KANBAN E O SUPERMERCADO -----	53
2.12.3. CARACTERÍSTICAS DO KANBAN -----	54
2.12.4. TIPOS DE KANBAN-----	55
2.12.5. TIPOS DE KANBAN DE PRODUÇÃO -----	56
2.12.6. SELEÇÃO DE ÍTENS PARA O KANBAN -----	59
2.12.7. DIMENSIONAMENTO DO KANBAN -----	60
2.13. NIVELAMENTO -----	61

3. IMPLEMENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO ----- 64

3.1. VISÃO DO FUTURO-----	64
3.2. LOOP ESTABILIDADE -----	67
3.2.1. TREINAMENTOS DE SENSIBILIZAÇÃO À FILOSOFIA LEAN-----	67
3.2.2. CRIAÇÃO DE TIMES DE MELHORIA-----	68
3.2.3. SEQUENCIADORES -----	70
3.2.4. AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS-----	72
3.2.5. NOVO SOFTWARE ERP -----	76
3.2.6. CONFIGURADOR DE MÁQUINAS-----	77
3.2.7. KANBANS VIA SISTEMA -----	78

3.2.8. LISTA DE NECESSIDADES - PICKING LIST -----	79
3.2.9. ORDENS SINCRONIZADAS -----	81
3.2.10. MELHORIA CONTÍNUA -----	83
3.2.11. SEMANAS KAIZEN -----	83
3.2.12. SISTEMA DE TRABALHO ADOTADO (CICLO PDCA) -----	85
3.2.13. METAS DE ORGANIZAÇÃO (5S) -----	85
3.3. LOOP SIMPLICIDADE -----	86
3.3.1. GESTÃO VISUAL -----	86
3.3.2. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS -----	87
3.3.3. IDENTIFICAÇÃO GERAL DOS LOCAIS -----	87
3.3.4. IDENTIFICAÇÃO DAS PRATELEIRAS -----	89
3.3.5. IDENTIFICAÇÃO DAS PEÇAS -----	90
3.3.6. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE REFUGO DE PEÇAS -----	92
3.3.7. QUADRO DE INFORMAÇÃO -----	93
3.3.8. SUPERMERCADOS -----	94
3.4. LOOP FLUXO -----	96
3.4.1. FLUXO CONTÍNUO -----	97
3.4.2. ESCOLHA DO PRODUTO E ORGANIZAÇÃO DO PEDIDO -----	98
3.4.3. HEIJUNKA -----	100
3.4.4. DEFINIÇÃO DO TAKT TIME -----	102
3.4.5. DEFINIÇÃO DOS TEMPOS E ELEMENTOS NECESSÁRIOS PARA CADA ELEMENTO DE TRABALHO -----	103
3.4.6. OS EQUIPAMENTOS PODEM ATENDER O TAKT TIME -----	104
3.4.7. QUAL O NÍVEL DE AUTONOMAÇÃO -----	104
3.4.8. ORGANIZAR O PROCESSO FÍSICO -----	104
3.4.9. LEVANTAMENTO DO LAYOUT ATUAL -----	105
3.4.10. LEVANTAMENTO DOS DESLOCAMENTOS -----	106
3.4.11. PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DO NOVO LAYOUT -----	107
3.4.12. DEFINIÇÃO DO NÚMERO DE OPERADORES NECESSÁRIOS PARA ATENDER O TAKT TIME -----	110
3.4.13. DISTRIBUIR O TRABALHO ENTRE OPERADORES -----	110
3.4.14. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES NO BALANCEAMENTO: -----	113
3.4.15. DEFINIR O PROCESSO PUXADOR -----	115
3.4.16. COMO O PROCESSO PUXADOR REAGIRÁ FRENTE ÀS MUDANÇAS NA DEMANDA DOS CLIENTES -----	117
3.4.17. LISTAS DE COLETA DE ITENS NO SUPERMERCADO (PICKING LIST) -----	118

3.4.18. FLUXO MONTAGEM-SOLDAGEM -----	119
3.5. LOOP PUXAR -----	119
3.5.1. PLANO PARA CADA PEÇA -----	120
3.5.2. SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DO SISTEMA KANBAN -----	123
3.5.3. CADASTRO DOS ITENS NO SISTEMA -----	126
3.5.4. TIPOS DE KANBANS -----	126
3.5.5. SISTEMA KANBAN -----	128
3.5.6. KANBAN ALMOXARIFADO – FORNECEDOR -----	128
3.5.7. KANBAN ALMOXARIFADO – FÁBRICA -----	130
3.5.8. KANBAN PEÇAS FABRICADAS -----	131
3.5.9. KANBAN MATÉRIA-PRIMA -----	133
3.5.10. KANBAN FUNDIÇÃO – TERCEIRO E FÁBRICA -----	134
 4. CONCLUSÃO -----	 137
 4.1. RESULTADOS OPERACIONAIS -----	 137
4.2. RESULTADOS DA PESQUISA -----	138
4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	139
4.4. LIMITAÇÕES DO TRABALHO -----	140
4.5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS -----	140

1. INTRODUÇÃO

1.1. VISÃO GERAL DO CONTEXTO E DO TEMA

O mercado mundial exige das organizações cada vez mais a integração de processos e balanceamento de etapas para que a redução de tempo torne as respostas ágeis o suficiente para atender às demandas com eficiência sem sobrecarregar excessivamente o inventário ou inflar a estrutura de pessoal ou de equipamentos. Neste sentido, os ganhos são consequência de uma abordagem ampla de procedimentos que resultem em uma redução significativa no tempo total de processo, ou seja, o tempo de agregação de valor comparativamente ao tempo total é aumentado. As ferramentas a serem adotadas neste trabalho visam estabelecer uma linha de montagem eficiente e competitiva que possa atender o mercado mundial, não somente nos aspectos de capacidade, mas também qualidade.

Os gestores precisam estar preparados para atuar sob as variações dos mercados de modo a trabalhar ativamente sobre as soluções, e assimilar de forma estruturada as ferramentas de melhoria contínua dos processos, visando a redução sucessiva dos desperdícios.

Este trabalho é um projeto desenvolvido em parceria com uma empresa do setor metal-mecânico com longa experiência na fabricação de máquinas agrícolas. Os meios que norteiam esta implementação são os requisitos básicos para o mapeamento de fluxo e valor, seguido de uma implementação do estado futuro.

A ferramenta para auxiliar a clarear o processo como um todo será o mapeamento de fluxo de valor (MFV). E baseando-se no plano futuro do mapeamento, pretende-se combater os desperdícios da manufatura através da simplificação do fluxo de materiais e informações.

1.2. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

1.2.1. Histórico

Em 1807 o senhor Heinrich Bucher iniciou uma pequena forja em Murzein – Niederweningen – Suíça (Figura 1.2.1), cidade interiorana

localizada próxima a Zurique. Com mais de duzentos anos de história esta pequena empresa tornou-se um gigantesco conglomerado empresarial. Atualmente o grupo conta com cinco empresas núcleos que diversificam os negócios e são líderes mundiais em três setores.



Figura 1.2.1- Primeira unidade da empresas

1.2.2. Divisões do grupo

No organograma da Figura 1.2.2 são apresentados detalhes sobre as cinco divisões do grupo.

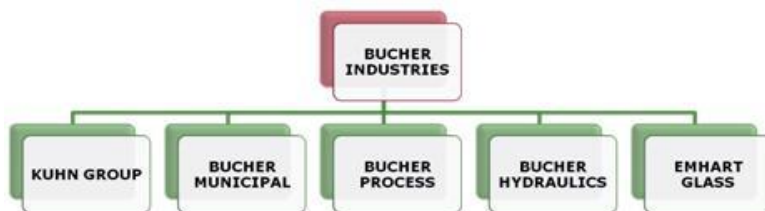


Figura 1.2.2 - Organograma de grupo bucher

Kuhn Group – É líder mundial no fornecimento de máquinas agrícolas especializadas.

Entre todos as divisões da empresa Bucher o projeto de pesquisa foi integralmente desenvolvido no Grupo Kuhn (Figura 1.2.3), que atualmente dispõe de cinco fábricas na França uma nos Estados Unidos e uma na Holanda e no Brasil que é o foco deste trabalho. A matriz localiza-se na cidade de Saverne na França.

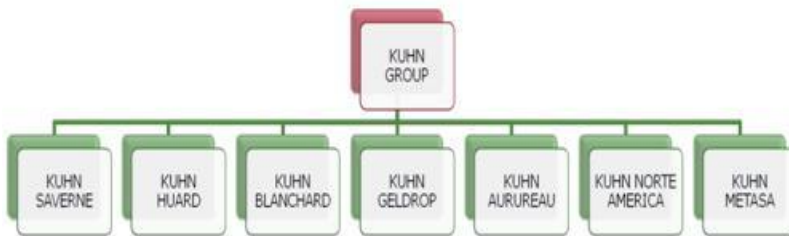


Figura 1.2.3 - Organograma do grupo Kuhn

Bucher Municipal – Produz, para uma clientela internacional, os mais modernos veículos municipais para limpeza e remoção de neve em áreas públicas e privadas, possuindo a maior fatia do mercado em veículos de varrição na Europa.

Bucher Process - É o maior fabricante mundial de equipamentos e componentes para a produção de vinho e sucos de frutas.

Bucher Hydraulics – Possui um grande número de instalações produtivas e empresas de distribuição na Europa, na Ásia e nos EUA, fornecendo soluções de acionamento hidráulico móvel, industrial e de elevadores, específicas para cada cliente.

Emhart Glass – É líder mundial em máquinas e componentes para moldagem e inspeção de recipientes de vidro. Os equipamentos de produção para a indústria de recipientes de vidro asseguram que o vidro continuará sendo a embalagem perfeita para alimentos, bebidas, cosméticos e produtos farmacêuticos.

1.3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

1.3.1. Dados do produto escolhido

Optou-se neste trabalho pela aplicação inicial dos conceitos da manufatura enxuta às enxadas rotativas, que são utilizadas na preparação do solo. Alguns dados técnicos referentes a este produto são mostrados na Tabela 1.3.1 **Error! Reference source not found.** Uma foto do produto é ilustrada na Figura 1.2.1.

Tabela 1.3.1 - Dados técnicos referentes às enxadas rotativas

DADOS REFERENTES ÀS ENXADAS ROTATIVAS (EL)	MÍNIMO	MÁXIMO
Largura de trabalho (m)	1.07	1.89
Diâmetro do rotor (mm)	390	390
Velocidade de rotação do rotor(es) a 540 min-1 (min-1)	211	211
Dispositivo de acionamento lateral	Corrente	Corrente
Tipos de ferramentas	Lâminas C	Lâminas C
Profundidade de trabalho (min.) (cm)	5	5
Profundidade de trabalho (max.) (cm)	15	15
Controle da profundidade de trabalho	Esqui + Rodas	Esquis ou rolos
Peso com esquis/rodas (kg)	220	280
Potência mínima requerida para o cardan (kW)	10	15
Mínima potência requerida para tomada de força (CV)	14	20
Potência máxima do trator autorizada (kW)	29	29
Potência máxima do trator autorizada (CV)	40	40



Figura 1.3.1- Enxadas rotativas EL 53-190

Os equipamentos de preparação do solo constituem um dos principais mercados da empresa, e seus produtos possuem alta confiabilidade e longo tempo de vida útil. A empresa em questão é responsável pela produção das enxadas rotativas de pequeno porte, as quais totalizam doze modelos.

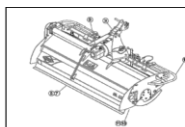
Historicamente, esta linha de produtos pertencia à matriz, localizada em Saverne, na França, porém o crescimento constante de produção nos últimos anos incapacitou a montagem desta linha de produtos na fábrica em questão, resultando na transferência total desta linha de produtos para a fábrica brasileira. O mercado deste produto é estável e não sofre períodos de sazonalidade, e a demanda é constante o ano inteiro (ver Tabela 1.3.2).

Tabela 1.3.2 - Demanda mensal

PROGRAMAÇÃO ENXADAS ROTATIVAS (EL)						
MODELOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
EL 22 - 120	10	0	5	0	0	0
EL 22 - 150	10	0	5	0	0	0
EL 23 - 120	24	28	0	0	0	0
EL 23 - 150	24	66	0	0	0	0
EL 43 - 105	26	0	22	20	20	20
EL 43 - 130	24	0	20	40	40	40
EL 43 - 150	50	12	26	20	20	20
EL 43 - 190	0	20	24	26	26	26
EL 53 - 100	0	4	0	0	0	0
EL 53 - 130	0	6	6	12	12	12
EL 53 - 155	0	10	28	26	26	26
EL 53 - 190	0	14	14	16	16	16
Máq/Mês	168	160	160	160	160	160

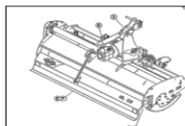
1.3.2. Gama de produtos

Os modelos de enxadas rotativas (EL) produzidos no Brasil se dividem em quatro classes, que se subdividem em variações de tamanho, totalizando doze opções conforme se pode ver na Figura 1.3.2.



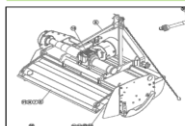
EL 22-120

EL 22-150



EL 23-120

EL 23-150

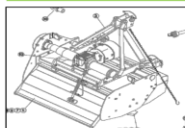


EL 43-105

EL 43-130

EL 43-150

EL 43-190



EL 53-100

EL 53-130

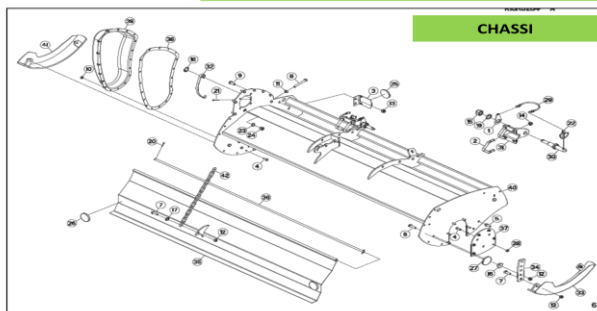
EL 53-155

EL 53-190

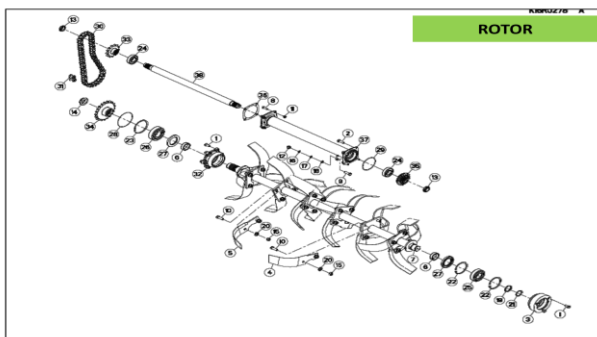
DIFERENÇA ENTRE OS MODELOS É O TAMANHO DE CHASSI E ROTOR

EL 22-120 ←

O CÓDIGO ATRÁS DA ESPECIFICAÇÃO DO MODELO É O TAMANHO DE CHASSI E ROTOR USADO



CHASSI



ROTOR

Figura 1.3.2 - Variações entre modelos

1.4. IDENTIFICAÇÃO DO MERCADO

1.4.1. Análise do negócio

Atualmente a empresa é um fornecedor líder em todas as regiões do mundo para as seguintes linhas de produto: máquinas agrícolas especializadas na colheita de forragem, técnicas de alimentação animal, fertilização, semeadura e preparação do solo que é a linha de produto em análise no projeto. Segue abaixo dados sobre

percentuais de vendas por mercado do grupo e percentual de funcionários por mercado. (Figura 1.4.1)

A empresa tem por meta diversificar seu faturamento nos mais diversos mercados mundiais, e como a América do Sul representa somente 3% do faturamento atual do grupo, com o Mercosul representando 15% da produção agrícola mundial, então o grupo decidiu pela aquisição de uma fábrica com condições de atender às necessidades produtivas, devendo em um tempo relativamente curto gerar uma excelente resposta, além de vir a tornar-se a base de entrada dos produtos Kuhn na América do Sul. Com isto, busca-se elevar o percentual de participação neste mercado para aproximadamente 15% do faturamento do grupo. Figura 1.4.1

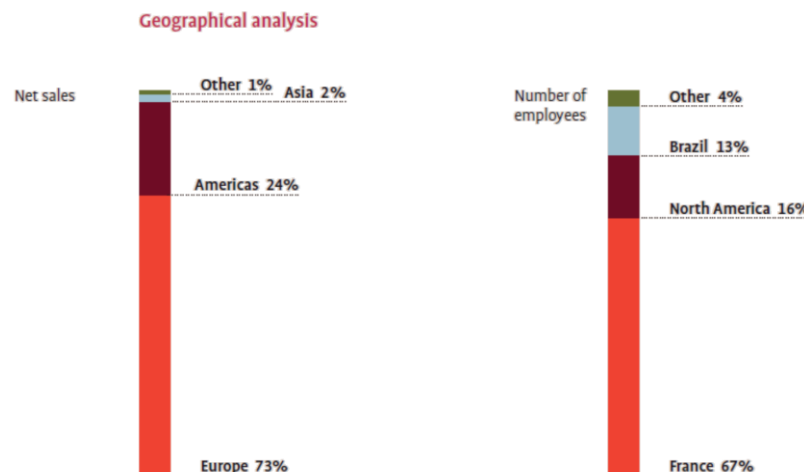


Figura 1.4.1 - Divisões de mercado (Bucher Annual Reporte, 2008)

1.4.2. Missão e visão

O grupo empresarial considerado neste trabalho pretende ser um dos melhores em todos os mercados em que atua, buscando aplicar técnicas de produção completamente atualizadas e integradas.

Conhecendo-se o sistema atual de produção e levando em consideração os objetivos da empresa para o futuro, decidiu-se por adotar os conceitos da manufatura enxuta para a consolidação dos planos de crescimento da empresa para o mercado sul-americano.

Buscou-se, inicialmente, a aplicação de um procedimento visando alterar a organização no chão de fábrica. Essa aplicação poderá contribuir para definir as ferramentas, métodos e esforços de trabalho para uma abordagem geral e padronizada.

A área escolhida para o projeto consiste em uma divisão de produtos antes feitos na França. Esta escolha corresponde à divisão de preparação do solo, uma vez que as enxadas rotativas possuem um projeto e demanda estáveis.

Esta nova linha de montagem deve ser uma resposta eficiente para futuros projetos de transformação lean em toda a organização (Womack, 2006).

1.4.3. Formulação da problemática de pesquisa

Com este panorama, não há como deixar de pensar, num futuro próximo, na falência de empresas que não se prepararem efetivamente para redução e controle de seus custos, ao mesmo tempo alcançando a melhoria da qualidade de seus produtos e serviços. Daí a importância da adoção de uma gestão de produção mais eficiente e que possa garantir não somente a sobrevivência, mas o crescimento das vendas do produto no mercado.

Os princípios da Produção Enxuta, quando bem abordados e aplicados, tornam o sistema produtivo mais integrado, com enfoque no fluxo de produção, além de proporcionar a capacidade de atender aos clientes com produções em pequenos lotes e, ainda, reduzir os estoques através da produção puxada e nivelada não baseada em previsões. Têm-se também colaboradores polivalentes com capacidade de desenvolver ações de prevenção de defeitos que tragam ganhos no relacionamento de parceria intensivo no processo interno e externo.

O setor agroindustrial é um dos setores que vem procurando competir em nível mundial, especificamente o de máquinas e implementos agrícolas. Ele apresenta algumas particularidades que dificultam seu desempenho, pois se caracteriza como um setor onde há grande sazonalidade na demanda de seus produtos.

As perguntas da pesquisa fazem parte da delimitação do problema do trabalho, servindo para orientá-lo e norteá-lo. As questões da pesquisa são o que, de fato, o pesquisador pretende descrever e se baseiam nas propostas descritas na formulação do problema e nos objetivos da investigação (SILVA, 2005).

Portanto as questões que nortearam este trabalho estão expostas abaixo:

Como estrutura os primeiros passos rumo a manufatura enxuta com o uso do mapeamento de fluxo e valor?

Como realizar a implementação da manufatura enxuta iniciando somente para uma linha de produtos?

Como obter melhora no desempenho produtivo para uma linha de produtos?

Sendo assim esse trabalho tenta observar e descrever:

Quais as práticas de Produção Enxuta, incluindo ferramentas, conceitos e técnicas utilizadas no ambiente analisado?

E quais os resultados obtidos?

1.5. DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este é um projeto de planejamento e implantação de uma célula especialista em manufatura de pequenas máquinas agrícolas, com capacidade em atender uma demanda de duzentas máquinas mês. É um novo setor que nasce como uma oportunidade da unidade brasileira em incorporar uma linha de produtos antes fabricados na matriz na França. Entretanto, este novo setor deve atender ou superar as especificações anteriormente utilizadas que serão descritas nos objetivos desta dissertação.

Tendo em vista o exposto acima, este trabalho busca mapear o fluxo de valor atual e futuro, para melhor compreender e implantar o fluxo contínuo na montagem e no desenvolvimento da produção puxada para todas as peças envolvidas no setor considerado. Do mesmo modo, este trabalho contempla de forma geral as considerações para criar-se estabilidade na transformação lean. E descreve algumas etapas para a implantação das ferramentas organizacionais.

As considerações expostas nesta dissertação referentes ao novo software ERP serão consideradas somente no aspecto das ferramentas utilizadas no processo de transformação lean.

Este estudo delimitou-se em contemplar um ambiente de montagem que produz uma família de produto para a exportação.

1.6. JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Segundo Chade (2002), projeções feitas pela Organização das Nações Unidas (ONU) mostraram que o Brasil tem potencial para se tornar o maior produtor agrícola mundial nos próximos doze anos. Este resultado foi obtido através do Relatório Anual de Commodities, preparado pela conferência da ONU sobre Desenvolvimento e Comércio. No qual mostrou que o crescimento do setor agrícola brasileiro vem aumentando drasticamente, pois nos últimos dez anos a produção brasileira de grãos cresceu 75% e as exportações de soja aumentaram quase 100%.

Segundo o United States Development Agricultural (USDA, 2003) que levantou os quinze maiores países exportadores agrícolas globais, o Brasil aparece entre os maiores produtores mundiais.

Essa boa movimentação do mercado internacional de soja alavancou a produção brasileira de máquinas agrícolas, que ganhou novos mercados. Com esse desempenho, as máquinas agrícolas representaram um grande percentual das exportados. (FUTEMA, 2004).(Figura 1.6.1)

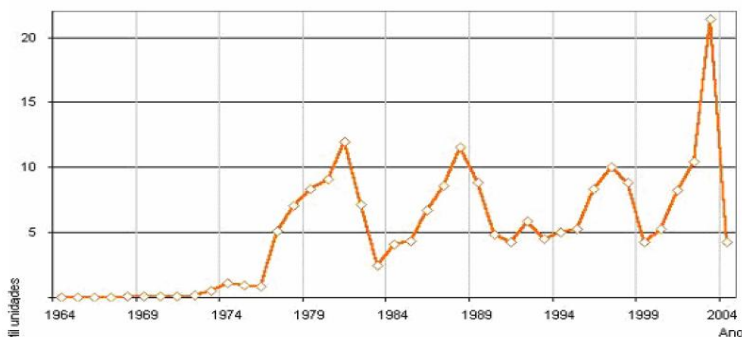


Figura 1.6.1 - Exportação de máquinas agrícolas no Brasil (ANFAVEA, 2004)

Um dos possíveis motivadores para o aumento das exportações é a melhoria nos processos produtivos empregados por essas empresas.

Uma das possibilidades para consolidar este quadro é buscar sistemas de produção mais eficazes. Atualmente, uma das principais ferramentas utilizadas no melhoramento da gestão da produção são ferramentas do lean manufacturing. Entretanto tradicionalmente esse sistema é ricamente descrito para indústrias do setor automobilístico e raramente apresentado no setor de máquinas agrícolas.

Normalmente a associação à técnica é simples, mas a execução é complicada e muitas empresas não conseguem crescer significativamente.

Spear e Bowen (1999) comentam que poucas empresas realmente conseguem implementar a filosofia enxuta em suas empresas, devido principalmente não possuírem um método definido para que a implantação seja garantida.

Para este estudo foi abordado uma linha de produtos que anteriormente eram produzidos na Europa e que agora tem sua base produtiva no Brasil. Esta linha necessita de um aprimoramento em sua produção, para que a viabilidade desta linha seja plena no Brasil. E também sirva como referência para futuras implementações na empresa como um todo.

Trata-se de um trabalho que poderá contribuir para o apoio a futuras transformações em empresas manufatureiras do setor metal-mecânico do seguimento de implementos agrícola., Que optem por mudar o modelo de produção tradicional pelo modelo da manufatura enxuta, e que realizem essa transformação primeiramente desenvolvendo um setor no chão de fábrica como referência de produção.

Este trabalho espera contribuir para delinear etapas do processo transformador da manufatura enxuta.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo geral

Implementar em uma empresa do setor metal-mecânico uma série de práticas utilizadas para garantir a melhoria contínua dos resultados através da aplicação das ferramentas da Manufatura Enxuta:

- Descrever a implementação das ferramentas;
- Descrever os resultados operacionais.

1.7.2. Objetivos específicos

O objetivo deste trabalho é analisar a implementação de algumas ferramentas de manufatura enxuta para melhorar o desempenho de fabricação através dos seguintes objetivos específicos:

- Mapear o fluxo de valor;
- Definir conceitos do fluxo da implementação;
- Identificação dos principais benefícios da implementação.

1.8. ESTRUTURA DO TRABALHO

Capítulo 1: Introdução

Este capítulo é composto por uma discussão sobre o contexto em que o trabalho está inserido; apresentação do tema do trabalho; delimitações do trabalho; justificativa para o tema; objetivos do trabalho; procedimentos metodológicos; estrutura da dissertação.

Capítulo 2: Revisão Bibliográfica

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica da dissertação, necessária para a realização da pesquisa em questão. Neste capítulo faz-se uma abordagem conceitual da história da manufatura enxuta e algumas técnicas chave, descrevendo as principais ferramentas da manufatura enxuta utilizadas na empresa considerada neste trabalho.

Capítulo 3: Implementação na empresa

Neste capítulo, são mostrados os resultados e técnicas utilizadas. E descrevem-se dados sobre o projeto, assim como os objetivos desejados e alcançados.

Capítulo 4: Conclusão

A dissertação é finalizada com as conclusões relativas ao trabalho desenvolvido.

1.9. METODOLOGIA DA PESQUISA

Demo (1996, p.34) insere a pesquisa como atividade cotidiana considerando-a como uma atitude, um “questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático”. Demo (1996) define a pesquisa como sendo "a atividade científica pela qual descobrimos a realidade”.

Para Gil (1999, p.42), a pesquisa tem um caráter pragmático, sendo um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Pesquisa é, portanto, a investigação de um problema (teórico ou empírico) realizada a partir de uma metodologia (que envolve tanto formas de abordagem do problema quanto os procedimentos de coleta de dados), cujos resultados devem ser válidos.

Uma vez definida a pesquisa, precisa-se indagar sobre quais as direções de sua realização. Esta pesquisa em questão é descrita e estruturada em tópicos descritos abaixo:

Pesquisa Aplicada: O objetivo geral desta pesquisa é a estruturação do conhecimento para a aplicação prática da solução de um problema específico. O problema é delimitado por uma realidade dentro do contexto da empresa.

Pesquisa Qualitativa: O levantamento de dados da pesquisa é uma coleta indissociável do pesquisador e dos eventos por ele catalisados. Sendo desta forma uma associação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados.

Pesquisa Exploratória: A exploração da pesquisa visa proporcionar maior familiaridade com o problema tornando-o explícito. As análises são exemplos reais de uma situação composta de resposta à ação. As

soluções são parte da compreensão do pesquisador e sua maneira de construir uma hipótese.

Estudo de caso e Pesquisa-Ação: A pesquisa descrita explora um estudo profundo de um campo específico de maneira a expor um amplo e detalhado conhecimento. Porém não deixando de ser uma associação estreita na resolução de um problema coletivo. Baseia-se em uma participação ativa do pesquisador e sua capacidade de agir sobre os eventos.

Método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que se devem empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. Os métodos que fornecem as bases lógicas à investigação são: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico (GIL, 1999; LAKATOS; MARCONI, 1993).

A pesquisa em questão é uma descrição direta de uma experiência tal como ela parece ser. Ou seja, a realidade descrita é fruto da capacidade do pesquisador compreender, entender, interpretar e conseguir descrever os eventos. Sendo assim, esta é uma abordagem fortemente focada no método fenomenológico.

2. PENSAMENTO LEAN (MANUFATURA ENXUTA)

2.1. HISTÓRIA

A produção artesanal começou a entrar em decadência com o advento da Revolução Industrial. Com a descoberta da máquina a vapor em 1764 por James Watt, teve início o processo de substituição da força humana pela força da máquina.

A Revolução Industrial proporcionou avanços tecnológicos nas atividades produtivas, que até então eram realizadas manualmente por artesãos e aprendizes em suas oficinas. A principal realização do novo modelo foi a mecanização dos sistemas de produção, iniciando pela substituição da força do homem e da água pela força mecanizada, que se constituiu num conjunto de mudanças tecnológicas, com profundos impactos nos níveis econômicos e sociais (FRIGERI, 2008).

Além de marcar o início da produção industrial moderna, com a utilização intensiva de máquinas, a criação de fábricas, e as transformações urbanas e rurais, a Revolução Industrial permitiu o

desenvolvimento de novas tecnologias fabris e, do mesmo modo, o surgimento de novas formas de administrar a produção, focadas em atender a crescente demanda, por um planejamento de produção mais preciso.

Os artesãos, que até então trabalhavam em suas próprias oficinas, começaram a ser agrupados nas primeiras fábricas. Essa verdadeira revolução, na maneira como os produtos eram fabricados, trouxe consigo algumas exigências, entre as quais (LINDGREN, 2001):

- padronização dos produtos;
- padronização dos processos de fabricação;
- treinamento e habilitação da mão-de-obra direta;
- criação e desenvolvimento dos quadros gerenciais e de supervisão;
- desenvolvimento de técnicas de planejamento e controle da produção;
- desenvolvimento de técnicas de planejamento e controle financeiro;
- desenvolvimento de técnicas de vendas.

Alguns dos conceitos, que hoje são de uso habitual, não o eram na época como o conceito de padronização de componentes introduzido por Eli Whitney em 1790. Segundo Frederick Taylor, considerado o pai da Administração Científica, que desenvolveu um estudo sobre os problemas fabris da época, a observação do trabalho dos operários, para análise dos tempos e métodos, deve ser uma busca incessante a fim de se obter melhoras no processo e constituir o trabalhador ideal para realizar uma atividade específica, da melhor maneira possível e com a menor duração de tempo de execução (FERREIRA, ANA CARLA, & MARIA, 2006).

Nas décadas seguintes, Henry Ford criou a linha de montagem seriada, revolucionando os métodos e processos produtivos até então existentes. Surge então o conceito de produção em massa, caracterizada por grandes volumes de produtos extremamente padronizados, isto é, baixíssima variação nos tipos de produtos finais.

Essa busca da melhoria da produtividade por meio de novas técnicas definiu o que se denominou engenharia industrial. Novos conceitos foram introduzidos, tais como:

- linha de montagem;

- posto de trabalho;
- estoques intermediários;
- monotonia do trabalho;
- arranjo físico;
- balanceamento de linha;
- produtos em processo;
- motivação;
- sindicatos;
- manutenção preventiva;
- controle estatístico da qualidade;
- fluxogramas de processos.

Todo o sistema produtivo obteve ganhos nesta etapa do desenvolvimento fabril. A gestão de fábrica obteve boas iniciativas e tornou-se o foco do processo de melhoria.

2.2. O NASCIMENTO

Após alguns anos de sua fundação, a fábrica da Toyota Motor Company não havia produzido mais que 2.600 carros, e o pós-guerra não oferecia grandes oportunidades para a nascente indústria automobilística japonesa (DENNIS, 2008).

No final dos anos 1940, o grupo Toyota se viu obrigado a demitir grande parte de sua força de trabalho devido a um colapso nas vendas, resultando também na demissão do primeiro presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda. Um ano depois, em 1950, a Toyota produziu 2.685 veículos, comparado com uma fábrica da Ford que em um só dia havia produzido em torno de 7.000 carros (DENNIS, 2008).

Contudo, na primavera de 1950, um jovem engenheiro japonês chamado Eiji Toyoda visitou e estudou detalhadamente a fábrica da Ford em River Rouge, que na época era o maior e mais eficiente complexo manufatureiro do mundo. Ao retornar ao Japão, Eiji e Taiichi Ohno chegaram à conclusão que esta forma de trabalho não poderia ser realizada com sucesso sem fortes reestruturações para a realidade do mercado japonês (WOMACK, JONES, & ROOS, 2004).

Então, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, engenheiros da empresa, chegaram então à conclusão de que o sistema de produção em massa não funcionaria no Japão. E isto os levou a criar um novo método que viria a ser chamado de Sistema Toyota de Produção, ou então Produção Enxuta

(WOMACK, JONES, & ROOS, 2004). No objetivo deles, os funcionários seriam transformados em custos fixos, devido a uma negociação com sindicatos e governo para a demissão de um quarto dos colaboradores. E como se não bastasse, a demanda do mercado japonês era muito variada e pequena (DENNIS, 2008).

Segundo Ohno, o Sistema Toyota de Produção começou da necessidade, um a vez que, após a crise do petróleo, e com o fim do crescimento econômico japonês, o sistema norte-americano de produção em massa não servia mais, pois não era mais possível uma grande lucratividade com esse sistema. O autor ainda lembra que, por muitos anos, os Estados Unidos reduziam os custos produzindo muitas unidades de poucos tipos de carros. Todavia, o objetivo deveria ser não apenas reduzir os custos, mas produzir poucas quantidades de muitos tipos de carros.

Ainda segundo o autor, uma das motivações para a criação do Sistema Toyota de Produção foi tentar alcançar os Estados Unidos. Ele afirma que muitas técnicas utilizadas posteriormente no Japão foram criadas nos Estados Unidos.

Afirma também que, na época, eram necessários nove japoneses para fazer o trabalho de um norte-americano. Logo, o presidente da Toyota, em 1945, propôs que a empresa alcançasse os Estados Unidos em três anos, o que significaria que o que era feito por cem japoneses deveria ser começado a ser feito por dez. Ver na Figura 2.2.1 a representação da evolução dos sistemas de produção.



Figura 2.2.1 - Linha do tempo da produção

2.3. O CONCEITO

Segundo Dennis, a produção Lean também conhecida como Sistema Toyota de Produção, representa fazer mais com menos, sendo:

Menos tempo;
Menos espaço;
Menos esforço humano;
Menos maquinaria;
Menos material;
Atender o cliente no tempo certo e na quantidade certa.

O conceito gera uma ferramenta de gerenciamento adequada dos processos centrais, correspondendo a uma série de ações aplicadas de forma apropriada, na sequência correta, no momento correto. O pensamento enxuto é uma poderosa ferramenta contra o desperdício. A produção enxuta gera respostas de forma a especificar o valor, fazendo cada vez mais, com cada vez menos. E como resultado final, entrega ao cliente o que ele realmente deseja, sem atribuir-lhe os desperdícios ao longo do processo (WOMACK & JONES, 2006).

Segundo Luis e Rosenfeld, o modo de produção enxuta apresenta as seguintes características gerais:

Manufatura flexível com menor número de máquinas especializadas;
Redução de estoques;
Formação de empregados qualificados para trabalhar em equipes;
Linha de montagem procurando prevenir falhas e evitar reparos finais;
Relacionamento de cooperação e de longo prazo.

2.4. AS BASES DO SISTEMA LEAN

O sistema se sustenta na eliminação das perdas, ou MUDA como é usado no Japão, toda filosofia tem por base o reconhecimento do mapa produtivo do chão de fábrica, assim como as etapas que se devem repetir para processos bem sucedidos de implantação.

Todo o projeto lean é altamente sistemático e fundamenta uma ferramenta eficaz para ver o processo como um todo. A sistemática de sustentação dos conceitos lean é apresentada na pirâmide da Figura 2.4.1.

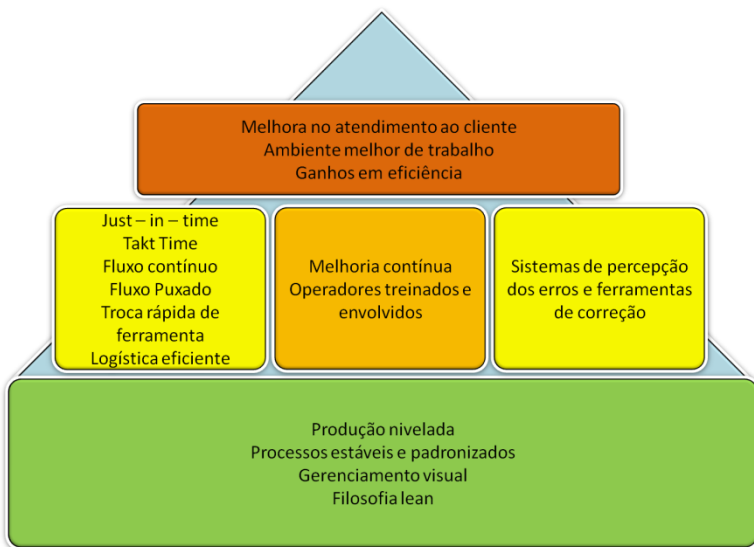


Figura 2.4.1 - Bases da compreensão lean

2.5. OS SETE DESPERDÍCIOS NA MANUFATURA ENXUTA

Taiichi Ohno definiu os sete desperdícios da produção, os quais são descritos nos itens seguintes.

2.5.1. Superprodução

Está relacionada ao fato de produzir-se antecipadamente, ou em quantidade maior do que o requerido pela demanda dos clientes, ou em um ritmo acima do necessário, podendo gerar um excesso de inventário. Portanto, a produção deve ser sustentada pela filosofia Just-in-Time, que significa produzir exatamente na quantidade requerida, quando requerida, e não antes disso.

A superprodução geralmente dá a impressão de que todos estão ocupados, trabalhando, e que as atividades fluem normalmente, mas na verdade estão distorcendo a verdade e mascarando os problemas. Os elevados volumes escondem os problemas de produção, defeitos e produtos inefficientes, além da movimentação desnecessária de pessoas e equipamentos (ver

Figura 2.5.1). O sistema cria estoque entre processos, não melhorando a cadeia de valor como um todo.



Figura 2.5.1 - Excesso de produção

2.5.2. Tempo de Espera

É a atividade de ter que esperar para processar determinada peça, gerando desperdício. Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, bem como lead times longos, também constitui o desperdício da espera. É o material que está esperando para ser processado, formando filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos. O Sistema de Manufatura Enxuta e Figura 2.5.1 enfatiza o fluxo de materiais, e não as taxas de utilização dos equipamentos, os quais somente devem trabalhar se houver necessidade.

A Manufatura Enxuta também coloca ênfase no homem e não na máquina. O homem não pode estar ocioso, mas a máquina pode esperar. Representação ilustrativa da má utilização dos tempos produtivos dos operadores na Figura 2.5.2

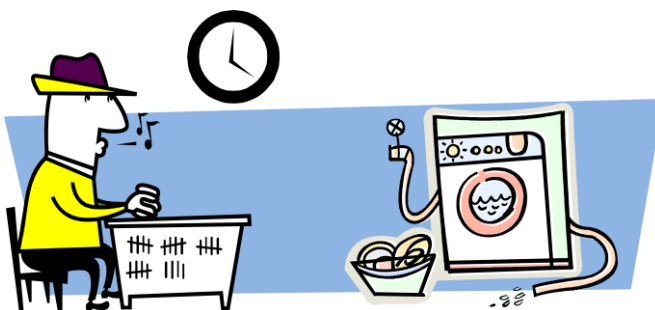


Figura 2.5.2 - Espera

2.5.3. Transporte

Movimento de pessoas, informação ou peças são atividades que não agregam valor ao produto final, mas geralmente são etapas necessárias. No entanto, a movimentação excessiva deve ser eliminada ou reduzida, pois só gera desperdício de tempo, energia e recursos. A elaboração de um layout adequado, que minimize as distâncias percorridas, assim como redução dos estoques, ajuda a reduzir este tipo de desperdício. Ver ilustração da movimentação de cargas na Figura 2.5.3.



Figura 2.5.3 - Excesso de movimentação

2.5.4. Estoque

Os estoques existem porque há uma diferença de ritmo (ou de taxa) entre o fornecimento e demanda. Se o fornecimento de qualquer item ocorresse exatamente quando fosse demandado, o item nunca necessitaria ser estocado. Para se sustentar este estoque, é necessário um capital de giro para a sua manutenção, além de locais e pessoas para manipular os excessos, caracterizando um dinheiro parado, ou seja, perdas (Figura 2.5.4). Quanto maior o estoque maior será o desperdício.

Em geral, os desperdícios associados ao excesso de estoque são facilmente percebidos, mas dificilmente combatidos com eficiência.

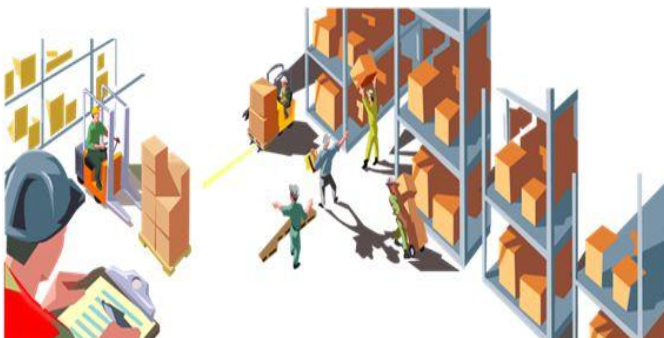


Figura 2.5.4 - Inventário

2.5.5. Produtos Defeituosos

Este desperdício deve ser evitado, pois pode gerar retrabalho e custo de recuperação, ou mesmo a perda total do esforço e material. Além do mais, este desperdício pode levar à perda de confiança dos clientes em relação ao produto. O Sistema de Manufatura Enxuta aperfeiçoa o processo produtivo de maneira tal que previne a ocorrência de defeitos, para que se possam eliminar as operações de inspeção.

A Manufatura Enxuta procura sempre aperfeiçoar os processos já estabilizados, reduzindo continuamente a possibilidade da geração de defeitos. Os ganhos com a redução dos defeitos são facilmente mensuráveis, o que torna um bom aliado do sistema de implantação da manufatura enxuta (Figura 2.5.4)



Figura 2.5.5 - Defeitos

2.5.6. Processamento desnecessário

A atividade de acrescentar ao processo mais “trabalho” ou esforço do que o requerido pelas especificações dos clientes, também deve ser tratada como desperdício. Algumas operações existem apenas em função do mau desenvolvimento dos projetos, sistemas ou procedimentos ruins.

Nesse sentido, torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação, ou redução do número de componentes, ou operações necessários para produzir determinado produto. É o desperdício inerente a um processo não otimizado, ou seja, a existência de etapas ou funções do processo que não agregam valor ao produto.

A Manufatura Enxuta questiona e investiga qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto. Este desperdício é frequentemente associado a definições não perfeitamente elaboradas sobre o projeto. Muitas vezes, os departamentos de engenharia não contam com o conhecimento necessário para analisar todos os processos de fabricação na hora de projetar um componente. Para ilustrar a representação de etapas desnecessárias, ver Figura 2.5.6.



Figura 2.5.6 - Processos desnecessários

2.5.7. Movimentação

A movimentação está relacionada à falta de organização do ambiente de trabalho, resultando em baixo desempenho dos aspectos

ergonômicos. As movimentações dentro do setor produtivo devem ser aquelas que são necessárias para o processamento de atividades.

Muitas vezes, essas movimentações podem ser reduzidas, agrupadas ou até mesmo eliminadas. O ideal para a produção é que as atividades de movimentação sejam realizadas sem comprometimento do ciclo produtivo e do rendimento do operador. A coleta de ferramentas em locais distantes é ilustrada na Figura 2.5.7 como uma das causas da movimentação desnecessária.

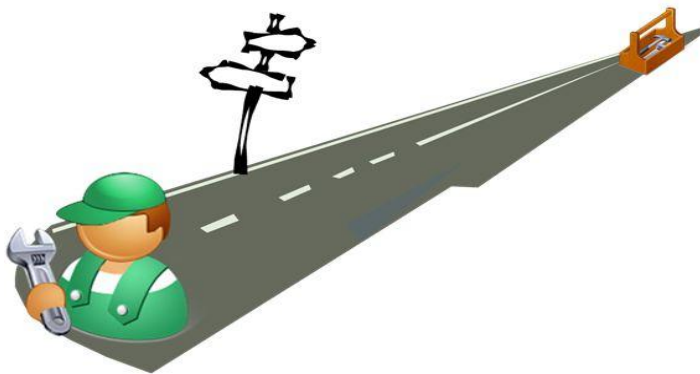


Figura 2.5.7 - Movimentação

2.5.8. Valor

O conceito de valor constitui-se no ponto de partida essencial para a produção enxuta. É importante perceber que o valor só pode ser definido pelo cliente final. Ele só é significativo quando expresso em termos de um produto específico - um bem ou um serviço e, muitas vezes, ambos simultaneamente – que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico (ROTHER & SHOOK, 2003).

É preciso que a empresa saiba exatamente o que o cliente deseja, definindo precisamente o valor em termos de produtos específicos com:

- Capacidades específicas;
- Preços específicos;
- Clientes específicos;
- Necessidades específicas.

Para fazer isso é preciso ignorar os ativos e as tecnologias existentes na empresa e repensar as empresas com base em uma linha de produtos com equipes de produção fortes e dedicadas. A Produção Enxuta precisa ir além da empresa. O pensamento consiste em observar o todo, o conjunto inteiro de atividades envolvidas na criação e na fabricação de um produto específico (ROTHER & SHOOK, 2003).

O mecanismo organizacional necessário para identificar a cadeia de valor é chamado de empreendimento enxuto, ou seja, uma reunião lógica e seqüencial de todas as partes envolvidas no processo produtivo, a fim de criar um canal para a cadeia de valor. Veja linha de agregação de valor na **Error! Reference source not found.** (ROTHER & SHOOK, 2003).

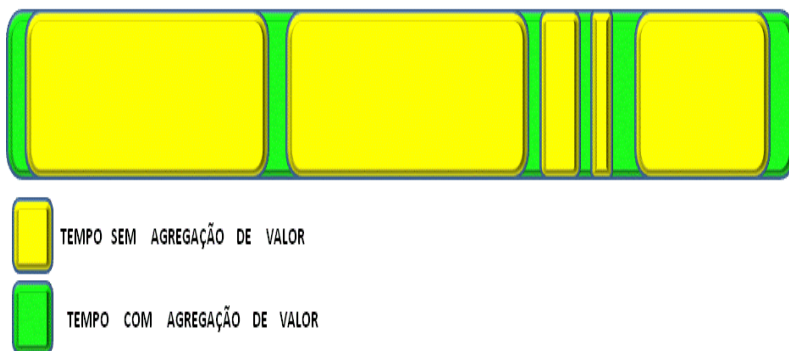


Figura 2.5.8 - Linha de Agregação de valor

2.6. FLUXO DE VALOR

A análise de fluxo de valor começa com o levantamento e acompanhamento detalhado dos processos, a fim de registrar e documentar as etapas de espera, movimentação e fluxo de trabalho decorrentes da transformação de um lote ou item (ADAIR & MURRAY, ND).

De acordo com os princípios enxutos, o objetivo principal da produção enxuta é o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, o que significa levar em conta o quadro mais amplo, e não apenas os processos individuais; buscar melhorar o todo e não somente

as partes isoladas. Para criar o fluxo de valor enxuto, a técnica mais apropriada e importante é o mapeamento do fluxo de valor, uma ferramenta extremamente simples que é compreendida pelo mapeamento do fluxo de material e mapeamento do fluxo de informação (ROTHER & SHOOK, 2003).

O mapeamento do fluxo de valor pode ser facilmente explicado seguindo o caminho da produção de um componente do consumidor ao fornecedor, e, cuidadosamente, desenhando o mapa do estado atual de seus fluxos de material e de informação. Em seguida, elaborando o mapa do estado futuro de como o seu valor deveria fluir (ROTHER & SHOOK, 2003).

Na medida em que se compreende o fluxo de material de um produto, encontrar-se-ão os lugares onde o estoque se acumula. Esses pontos são importantes para serem desenhados no mapa da situação atual, pois eles mostram onde o fluxo está parando. Por sua vez, o fluxo de informação é o levantamento da situação onde se localiza a comunicação interna e externa da empresa (ROTHER & SHOOK, 2003).

Podem ser identificados os movimentos de materiais que são empurrados pelo produtor e não puxados pelo cliente. Esta situação gera a condição para a formação de ilhas de programação isoladas, não conectadas ao processo seguinte, onde cada um produz em um ritmo e gera lotes de tamanhos que fazem sentido somente a partir de suas próprias perspectivas, e não a partir da ótica do fluxo de valor enxuto (ROTHER & SHOOK, 2003).

A aplicação prática do mapeamento do fluxo de valor da escolha da família de produtos ao plano de implementação é apresentada na Figura 2.6.1, e descrita em três tópicos, abaixo.

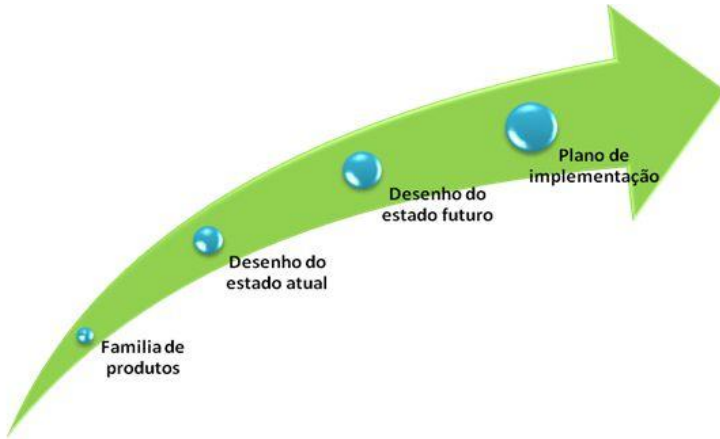


Figura 2.6.1 – Etapas do MFV

Selecionar uma família de itens, composta por um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos similares em seus processos.

Para desenhar o estado atual e o estado futuro deve-se: (a) coletar dados que representem a realidade das informações no chão de fábrica e serem tão fiéis quanto possível; (b) as idéias sobre o estado futuro são função do bom enquadramento do estado atual; (c) um bom planejamento do estado futuro demonstra detalhes tanto atuais como futuros.

Preparar um plano de implementação que descreva, em uma folha, como se planeja chegar ao estado futuro e inicie as ações o quanto antes possível (ROTHER & SHOOK, 2003). Então, logo que esse estado futuro se torne uma realidade, um novo mapa deverá ser desenhado, o qual nada mais é que a melhoria contínua no nível do fluxo de valor.

O envolvimento é parte fundamental para o processo de implementação e todos precisam entender o mapeamento do fluxo de valor. Geralmente, a força de trabalho geral compreende muito bem os aspectos técnicos da execução das tarefas, mas não percebe com clareza a organização horizontal como um todo (WOMACK & JONES, 2004).

No entanto, o mapeamento em si e a equipe de implementação do estado futuro precisam ser liderados por uma única pessoa, alguém que enxergue através das fronteiras dos fluxos de valor de uma família

de produtos e que faça as coisas acontecerem (ROTHER & SHOOK, 2003).

Não se pode esquecer, também, que o mapeamento do fluxo de valor é somente uma técnica, porém algumas vezes muitos acabam valorizando excessivamente a ferramenta, desejando fortemente mapear amplamente a cadeia como um todo. Entretanto, muito mais importante que mapear é a implementação, que é na realidade a meta única do método. Assim, a questão básica de tornar-se enxuto não é apenas mapear. O mais importante é criar valor (a essência da ferramenta "Mapeamento do Fluxo de Valor", 2001).

O que torna o fluxo de valor enxuto é fabricar os produtos em um fluxo contínuo, a redução do lead time suficientemente curto permite a produção somente dos pedidos confirmados, e com o tempo de mudança zero entre os diferentes produtos (LIKER, 2005). Para isso são necessários inúmeros mapas do estado futuro, cada um mais enxuto e mais próximo do ideal, com o processo fornecedor fazendo somente o que o processo cliente necessita e quando necessita.

Para programar o fluxo de valor enxuto, a produção enxuta busca no mapa do estado futuro, ligar todos os processos, do cliente à matéria-prima, em um fluxo contínuo completo que gere o menor lead time, a mais alta qualidade e o mais baixo custo.

No entanto, para que o mapa do estado futuro consiga efetivamente atingir o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, é fundamental obedecer algumas regras coerentes com os princípios enxutos, apresentadas na Figura 2.6.2 (QUEIROZ, RENTES, & ARAUJO, 2004). Seguem abaixo os cinco principais tópicos no processo de desenvolvimento de células de montagem lean.

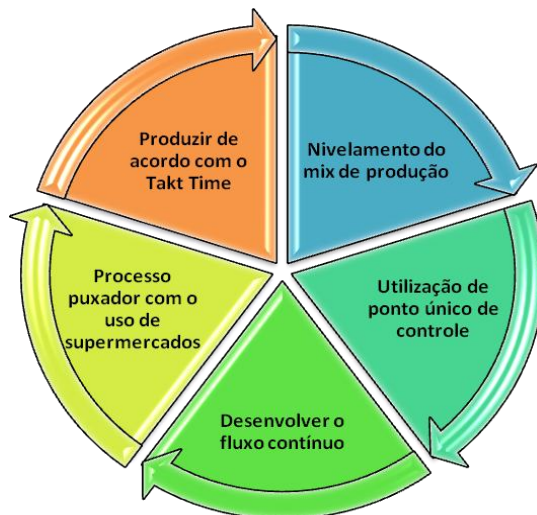


Figura 2.6.2- Fluxo da implementação

Produzir de acordo com o takt time: O takt time é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho pelo volume da demanda do cliente, e é utilizado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas, em particular no processo puxador; trata-se de um número de referência que dá a noção do ritmo em que cada processo deve estar produzindo para atender a demanda do cliente, sem que gere um excesso de produção;

Desenvolver um fluxo contínuo onde possível: o fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte, sem nenhuma parada e, conseqüentemente, sem outros desperdícios;

Utilizar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos anteriores: Frequentemente, há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo não é possível, havendo a necessidade de fabricar em lotes; nesses casos, é preciso instalar um sistema puxado com base em estoques controladores, de peças,

Geralmente será necessário programar somente um ponto no fluxo de valor;

Nivelamento do mix de produção, ou seja, distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador: Agrupar todos os produtos e produzi-los todos de uma vez dificulta o atendimento dos clientes que querem algo diferente do lote que está sendo produzido, exigindo que se tenha mais produtos acabados em estoque, na esperança de se ter à disposição o que o cliente quer, aumentando, portanto, o lead time para atender um pedido; quanto mais se nivela o mix no processo puxador, mais apto se estará para responder às diferentes solicitações dos clientes.

De posse do conhecimento obtido com o mapa do estado futuro, é preciso implementá-lo rapidamente com o apoio de um plano de implementação, o qual deverá conter metas mensuráveis, responsáveis e datas definidas (ROTHER & SHOOK, 2003).

2.7. FLUXO CONTÍNUO

O fluxo contínuo é o objetivo maior da produção lean. Porém criá-lo em todos os aspectos e sistemas reais, tem sido o alvo principal de muitas empresas. Contudo poucas tentativas podem ser consideradas bem sucedidas (ROTHER & HARRIS, 2002).

Projetar o sistema físico de uma operação produtiva, assim como o planejamento estratégico da produção, deve ser o ponto de partida para o novo arranjo físico. Todavia a importância do fluxo dependerá de seu binômio volume variedade (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).

Portanto, deve-se focalizar o modelo real e jamais deixar o objetivo se perder. Sempre reorganizando as fronteiras tradicionais de tarefas, profissionais, funções e empresas, assim como repensar as práticas e ferramentas de trabalho específico, a fim de eliminar paralisações da matéria prima ao produto acabado e, com isso, criar o fluxo contínuo (WOMACK & JONES, 2006). Nas Figura 2.7.1 e Figura 2.7.2 são apresentadas as vantagens em se adotar condições de fluxo contínuo para a redução de estoques entre processos e no melhor atendimento do mix de produtos.

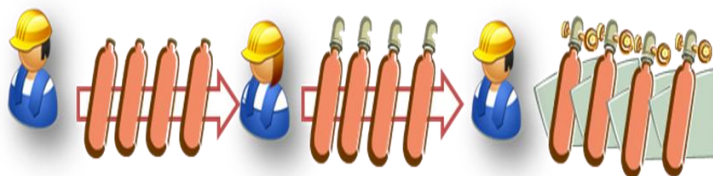


Figura 2.7.1- Fluxo em Lotes

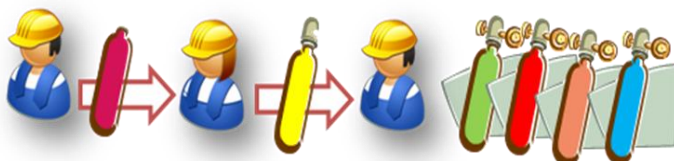


Figura 2.7.2 - Lotes unitários e variáveis

2.8. TECNOLOGIA DE GRUPO

A Tecnologia de Grupo consiste em técnicas de agrupamentos que visam identificar famílias de componentes e máquinas existentes no sistema funcional com alto grau de similaridade interna, a ponto de justificar o agrupamento dos diversos elementos em células. Estas mudanças contribuem significativamente para a redução de custos (CLÍMACO, 2003).

É ideal para sistemas produtivos de pequenos e médios lotes e média variedade de produtos, onde esta ferramenta pode alcançar benefícios no gerenciamento produtivo (CLÍMACO, 2003).

De maneira geral, pode-se conceituar a Tecnologia de Grupo como sendo uma filosofia que define a solução de problemas, explorando semelhanças, para se obter vantagens operacionais e econômicas. Mediante um tratamento em busca das semelhanças que possam criar um caminho contínuo no chão de fábrica, o conceito e suas ferramentas são fortemente usados em projetos de layout (ver Figura 2.8.1) (SILVA & GANGA, 2006).

O alcance da robustez de um sistema produtivo passa pelo projeto adequado do layout do chão de fábrica. As decisões de arranjo físico são muito importantes, pois podem refletir diretamente no desempenho da empresa e na satisfação do cliente (SILVA & GANGA, 2006).

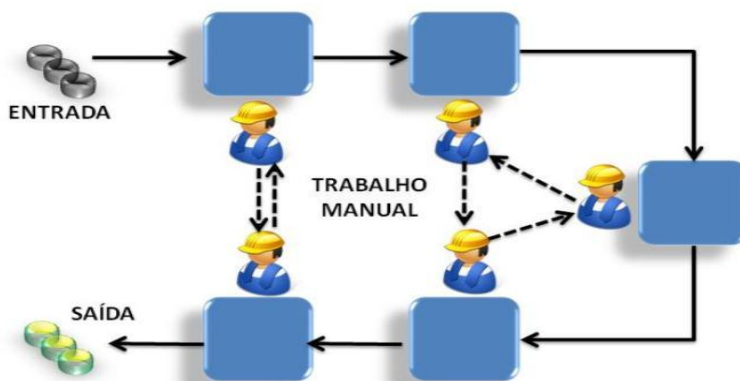


Figura 2.8.1 - Agrupamento de etapas em uma célula de manufatura.

2.9. LAYOUT

Neste item faz-se o detalhamento dos seis princípios para projeto de layout.

2.9.1. Princípio da integração

Os diversos elementos devem estar harmoniosamente integrados, pois a falha em qualquer um deles reflete em resultados negativos na eficiência global, devendo ser dotados de absoluta unidade de propósitos como uma corrente.

Por este princípio, devem-se estudar os pequenos detalhes da fábrica, pois esta é considerada como uma unidade composta de uma série de elementos que devem estar devidamente entrosados, visando a eficiência do chão de fábrica.

2.9.2. Princípio da mínima distância

O transporte nada acrescenta ao produto. Deste modo, as distâncias devem ser reduzidas ao mínimo para evitar esforços inúteis, confusões e custos maiores.

2.9.3. Princípio de obediência ao fluxo das operações

Materiais, equipamentos e pessoas devem se dispor a movimentar-se em fluxo contínuo e de acordo com a sequência do processo de manufatura. Precisam ser evitados cruzamentos, retornos e interrupções. A imagem ideal a ser conseguida, neste caso, é a de um rio com seus afluentes.

2.9.4. Princípio do uso das 3 dimensões

O espaço físico é composto por três direções e deve ser utilizado, o que se traduzirá numa menor utilização total do espaço. Deve-se ter sempre em mente que os itens a serem arranjados, na realidade ocupam certo volume, e não uma determinada área. A retribuição de se pensar em área somente se traduzirá numa maior utilização do espaço.

2.9.5. Princípio da satisfação e segurança

Quanto mais satisfação e segurança um layout proporcionar aos seus usuários, tanto melhor ele será. Há especialistas que a consideram como a regra principal no layout, pois se satisfação e segurança são atendidos, o estudo é aceito e, se aceito, o layout é triunfante. Deve proporcionar boas condições de trabalho e máxima redução de risco.

2.9.6. Princípio da flexibilidade

Este é um princípio que, notadamente na atual condição de avanço tecnológico, deve ser atentamente considerado pelo projetista de layout. São frequentes e rápidas as necessidades de mudança do projeto do produto, mudança de métodos e sistema de trabalho. A falta de atenção a essas alterações pode levar uma fábrica à obsolescência.

2.10. JUST-IN-TIME

O JIT foi criado a partir das observações de Kiichiro Toyoda quando em visita aos Estados Unidos, onde ele avaliou o funcionamento dos supermercados americanos. A idéia central do JIT era efetuar as entregas no momento exato, com o propósito de eliminar o estoque. Este

objetivo é alcançado em grande parte pela relação entre o prazo de entrega e o ciclo de produção. Se o prazo de entrega é maior que o ciclo de produção, a produção é iniciada após o pedido ser recebido, exatamente no prazo marcado, sem geração de estoque (LAZARENTO).

A instituição da lógica do supermercado em ambientes fabris inicia na Toyota uma revolução que tem por objetivo estabelecer a sincronização e, de um ponto de vista mais geral, a redução do tempo de atravessamento (lead time). Esta revolução é conduzida por uma série de experiências de tentativa e erro, que vão desde a redução dos tempos de set-up, passando pela implantação dos sistemas Kanban, até chegar ao Just-in-Time tal qual é conhecido hoje em dia (LAZARENTO).

O JIT tem por finalidade estabelecer o fluxo contínuo (ou sincronizado) de produtos e/ou serviços pelo processo produtivo através do fornecimento de produtos no tempo, local, qualidade, quantidade e custo desejados pelo cliente, criando uma relação entre as técnicas e princípios da Produção Enxuta (LAZARENTO).

Segundo Ritzman e Krajewski (2004), o Just-in-Time é o sistema mais difundido entre os sistemas de produção enxuta existentes. Os sistemas de produção enxuta agrupam diversos conceitos gerais como:

- Estratégias de operações;
- Conhecimento dos Processos;
- Destreza tecnológica;
- Qualidade;
- Capacidade;
- Arranjo físico ordenado;

Os tópicos acima descrevem designações como estoque zero, fabricação em sincronia, produção sem estoque, etc.

O sistema Just-in-Time incorpora os elementos genéricos dos sistemas de produção enxuta, e sua filosofia baseia-se na eliminação de perdas, diminuindo estoques desnecessários e eliminando as atividades que não agregam valor às operações.

Just-in-time significa fornecer a cada processo o que é necessário, quando necessário e na quantidade necessária (IMAM, 1989). Todas as empresas, quando possuem um plano de produção, mesmo que indiretamente, procuram o Just-in-Time, buscando atender imediatamente o seu cliente, reduzindo estoques e tudo aquilo que não agrega valor ao produto (IMAM, 1989).

A produção puxada significa que não se pode iniciar um processo de produção sem que o cliente do processo solicite. A melhor maneira de pensar num fluxo de produção puxada é pensar ao inverso, isto é, o cliente é passa a ser o agente que demanda no final da cadeia o produto, gerando assim uma sequência de eventos que percorrem todas as etapas para levar este produto ao cliente (WOMACK & JONES, 2004).

O Just-in-Time é muito mais que se concentrar no tempo de entrega, pois isso poderia resultar em superprodução e produção antecipada. É se concentrar no estoque zero, na produção dos itens necessários, nas quantidades necessárias no momento necessário. Dessa forma, se faz a produção contrapedido, que seria a produção em resposta à demanda, e não uma produção antecipada (SHINGO, 1996).

De acordo com Slack (1997), o Just-in-Time pode ser entendido como uma filosofia aliada a um conjunto de técnicas. Esta filosofia é baseada na redução de todo desperdício que pode ocorrer no processo de fabricação. O conjunto de técnicas, por sua vez, busca tornar possível essa redução das perdas.

Slack (1997) relaciona algumas técnicas que o sistema Just-in-Time utiliza para o planejamento e controle:

A programação puxada, colocando a responsabilidade da solicitação de materiais ao cliente ao invés do fornecedor ter que enviar mais materiais;

A programação nivelada, que visa suavizar o fluxo de produtos da produção através da redução do período, em que uma determinada sequência de produção é repetida;

A sincronização, que é o processo pelo qual o ritmo da produção é regularizado para produtos de alto volume.

Segundo Shingo, a consideração deve ser distinta entre Kanban e Just-in-Time que são comumente confundidos. O Sistema Toyota de Produção é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o Kanban.

2.11. JIDOKA OU AUTONOMAÇÃO

A Produção Enxuta tem como um dos pilares o Jidoka ou “autonomação”, expressão adotada por alguns especialistas e tradutores a fim de não se confundir com automação. Autonomação significa dotar as máquinas de escrutínio humano. É um termo derivado das palavras

inglesas “automation” (automação) e “autonomous” (autônomo). A idéia básica é atribuída a Sakichi Toyoda.

Sakichi fundou a “Toyoda Fiação e Tecelagem” em 1918. Engenheiro habilidoso e criativo, inconformado com a produção de metros e metros de tecido defeituoso quando um dos fios da trama se quebrava em um tear, decidiu projetar uma máquina automática, que pararia automaticamente caso um fio quebrasse, evitando assim produzir defeitos (CARNEIRO, 2006).

A autonomia visa racionalizar o uso da mão de obra e aprimorar a qualidade e a produtividade da produção. Faz, portanto, sentido aproveitar as qualificações dos trabalhadores, seus conhecimentos e experiências, e não só sua força física. Desta necessidade de utilizar não só a força física, mas as experiências e qualificações dos trabalhadores surge o conceito de Autonomia. Um conceito novo, mas vital para a obtenção de melhores resultados, onde a autonomia consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anomalia (CARNEIRO, 2006).

2.12. KANBAN

O kanban é uma ferramenta de controle visual que sinaliza, autoriza e instrui a produção ou retirada de itens em um sistema puxado. O termo significa “sinais” ou “quadro de sinais” em japonês (MARCHWINSKI & SHOOK, 2007).

O sistema de informações via kanban compõe-se da principal ferramenta para a produção em fluxo contínuo (DENNIS, 2008). Sendo assim, o mesmo constitui o método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado de produção (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).

Por meio deste sistema, todo o controle dos itens a serem produzidos e inventários são transferidos para o chão de fábrica, pois desta forma consegue-se uma maior precisão nas necessidades assim como uma maior cooperação entre etapas.

2.12.1. O Sistema Kanban

O Kanban não é sinônimo de Sistema Toyota de Produção. Ele é um método de controle projetado para maximizar o potencial do

Sistema Toyota. Da mesma forma, ele é um sistema com próprias funções independentes (SHINGO, 1996).

O termo Kanban significa cartão ou sinal em japonês. Funciona como um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado. De maneira simplificada, um cartão utilizado por um processo cliente avisa seu estágio fornecedor que mais material deve ser fornecido. Porém, em algumas outras empresas, outras formas de Kanban são utilizadas, como bolas coloridas, marcadores plásticos, etc (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).

Segundo (Ohno, 1997), o método de operação do Sistema Toyota de Produção é o Kanban. Sua forma mais freqüente de utilização é um pedaço de papel dentro de um envelope de vinil retangular. Este papel geralmente contém informações divididas em três categorias: informação de coleta, informação de transferência e informação de produção.

O sistema Kanban é o sistema mais conhecido de puxar a produção. O sistema depende de apenas um parâmetro por etapa, o cartão (Kanban) que autoriza a produção. Para aperfeiçoar o sistema é necessário apenas alterar a quantidade de cartões, o que gera uma necessidade de melhoria contínua no sistema de produção.

2.12.2. Kanban e o supermercado

A idéia do Kanban surgiu dos supermercados norte-americanos (Ohno, 1997). Um supermercado é onde um cliente pode obter o que é necessário, na quantidade necessária e no momento em que é necessário. Fazendo analogia ao sistema de produção, o processo final vai até o processo inicial, para adquirir as peças necessárias no momento e na quantidade que precisa. O processo inicial imediatamente produz a quantidade recém tirada.

Segundo (Smalley, 2005), nos supermercados os itens que têm maior demanda existem em maiores quantidades e em locais privilegiados. Aqueles que têm menor demanda, por sua vez, ficam em prateleiras mais baixas e em menores quantidades. Os itens esporádicos só são aceitos sob encomenda. O supermercado mantém o seu espaço físico igual durante todos os meses, variando somente a freqüência de reabastecimento.

Shingo (1996) define quatro características comuns aos supermercados e ao Kanban:

Os consumidores escolhem diretamente as mercadorias e compram as suas favoritas;

O trabalho dos empregados é menor, pois os próprios consumidores levam suas compras às caixas registradoras;

Ao invés de utilizar um sistema de reabastecimento estimado, o estabelecimento repõe somente o que foi vendido, reduzindo, dessa forma, os estoques;

Os dois últimos itens permitem baixar os preços; as vendas sobem e os lucros crescem.

Smalley (2005) ainda acrescenta que o supermercado, na fábrica, é um estoque controlado, dimensionado de modo que o processo cliente sempre encontre peças dos modelos e nas quantidades necessárias, para cumprir seu programa de entregas, ou para repor seu supermercado. É também dimensionado para que o processo fornecedor sempre consiga repor o supermercado antes que os níveis mínimos de peças definidos sejam atingidos.

2.12.3. Características do Kanban

O sistema Kanban estabelece o número de cartões para regular o fluxo de itens globais, mantém o estoque a um mínimo e proporciona controle visual. É eficiente para simplificar o trabalho administrativo e para dar autonomia ao chão de fábrica, permitindo assim maior flexibilidade nas mudanças. Ele permite que informações possam ser transmitidas de forma organizada e rápida (SHINGO, 1996).

Os sistemas Kanban só podem ser aplicados em empresas com produção repetitiva. Porém, mesmo que estas sejam repetitivas, se houver uma variação temporal ou quantitativa muito grande, a natureza repetitiva da produção pode não exercer muita influência. O sistema não pode ser aplicado em empresas onde a produção é feita sob encomenda, pois os pedidos são esporádicos e imprevisíveis (SHINGO, 1996).

Segundo Ohno (1997) são seis as funções do Kanban:

- Fornecer informação sobre apanhar ou transportar;
- Fornecer informação sobre a produção;

- Impedir a superprodução e o transporte excessivo;
- Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias;
- Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz;
- Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques.
-

As regras para a sua utilização são as seguintes:

- O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo Kanban no processo precedente;
- O processo inicial produz itens na quantidade e sequência indicadas pelo Kanban;
- Nenhum item é produzido ou transportado sem um Kanban;
- Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte;
- Reduzir o número de Kanban aumenta sua sensibilidade aos problemas.

2.12.4. Tipos de Kanban

Shingo define dois tipos de Kanban: (a) Kanban de produção e (b) Kanban de movimentação. O primeiro serve como um cartão de identificação e instrução de tarefa. É um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste tipo de Kanban, geralmente inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente e a destinação para onde estes devem ser enviados (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002). Na Figura 2.12.1 encontra-se um exemplo de cartão de produção.

O Kanban de retirada ou movimento serve como cartão de identificação e de transferência (SHINGO, 1996). Ele avisa o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para um local específico. Contém normalmente detalhes como número e descrição do componente, local onde foi retirado e local para onde é destinado (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).

Slack (2002) inclui ainda o Kanban de fornecedor, os quais são usados para avisar aos fornecedores de que é necessário enviar materiais ou componentes para a produção. São similares aos Kanban de transporte, porém são usados com os fornecedores.

YD151600 CÓDIGO		KUHN KANBAN Método KEN	
CJ TRAVA ESTICADOR		NOME DA PEÇA	
YV006061 - CH GR ASTM A572 G50 6,35MM - 6,1 Kg		MATÉRIA PRIMA	
OP	MÁQUINA	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	PRAZO
10	5609	MONTAR GABARITOS/OLDAR	2 DIA(S)
30	1112	ZINCAR (TERCEIROS)	2 DIA(S)
0	0	0	0 DIA(S)
0	0	0	0 DIA(S)
0	0	0	0 DIA(S)
TIPO CAIXA		QUANTIDADE	DATA ENTREGA
MÉDIA		100	PRAZO TOTAL = 4 DIA(S)
DESTINO		D1 LOCAL	110 KANBAN
			B3 RATELEIRA

Figura 2.12.1 - Kanban de Produção

2.12.5. Tipos de Kanban de Produção

Smalley (2005) define dois tipos de Kanban de produção: o interno para programar processos em fluxo, e o de sinalização para programação de processos em lotes. Ele define que o Kanban interno é usado para instruir a fabricação de pequenas quantidades. Ele cita que entre os usos típicos deste tipo de Kanban está a programação das áreas de produção finais com base na retirada do estoque de um supermercado, ou um sinal direto de reposição do cliente.

Por sua vez, o Kanban de sinalização é usado para fabricar grandes quantidades para processos em lotes, como por exemplo prensas de estamparia e máquinas de injeção. Neste caso, o Kanban interno seria menos eficiente, pois necessitaria de uma grande quantidade de cartões e um grande tempo de manuseio dos mesmos (SMALLEY, 2005).

O Kanban de produção padrão é eficiente para programar os processos quando existe uma sequência, ou ordem ótima a ser seguida pela produção, em função dos diversos tipos de materiais usados, ou pelos números de setups. Na produção padrão, uma sequência básica é estabelecida e fixada, mas o tamanho de lote produzido pode variar a cada vez. Com isso, pode ser definido um lead time estável de produção, um intervalo de tempo para a produção de cada peça e os lead times de reposição usados para estabelecer o nível de estoque no supermercado (SMALLEY, 2005).

Por fim, Smalley (2005) define o Kanban por fabricação em lotes. Este utiliza quadros de lotes juntos com o estoque no formato de

supermercado. Então, cada item neste supermercado possui um cartão Kanban, que é destacado e retorna ao processo fornecedor. Assim, a cada vez que os cartões chegam a uma determinada quantidade, a reposição se inicia de acordo com este número. Este tipo de Kanban de sinalização se difere do Kanban interno para programar processos em fluxo pelo fato de que no Kanban interno a produção ocorre a cada cartão disparado, e neste Kanban a produção ocorre através de um agrupamento de cartões formando um lote de produção.

Circulação dos cartões

Há dois procedimentos que podem governar o uso dos Kanban. Eles são conhecidos como sistema de cartão único e sistema de dois cartões. O sistema de cartão único é o mais utilizado, pois é o mais simples de operar, utilizando somente Kanban de transporte. O sistema de dois cartões utiliza tanto o Kanban de transporte como o de produção (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).

No sistema de cartão único, em cada estágio há um centro de produção e uma área de armazenagem. A produção e os estoques estão contidos em contenedores padrão, que contêm todos os mesmos números de componentes. Quando o processo cliente requerer mais componentes, para que possam ser processados, ele coleta um contenedor padrão do processo fornecedor. Depois que o centro de trabalho utilizou os componentes do contenedor, ele coloca o Kanban de transporte numa área de espera e envia o contenedor vazio para o centro de trabalho do processo fornecedor. A chegada de um contenedor vazio no centro de trabalho do processo fornecedor é sinal para a produção do mesmo. O Kanban de transporte é movimentado da caixa de espera de volta ao ponto de estocagem final do processo fornecedor. Este ato representa a autorização para a coleta de mais um contenedor cheio, que será movimentado do ponto de estocagem final até o centro de trabalho do processo cliente (ver Figura 2.12.2)

Por sua vez, o sistema de dois cartões é mais utilizado em produções onde o número de diferentes componentes produzidos por cada estágio é relativamente alto. Neste caso, cada estágio tem dois pontos de estocagem, um armazenando os contenedores e componentes que chegam e o outro, os que saem. O ciclo do Kanban de transporte é similar ao do sistema de cartão único. Assim que o processo cliente retira um contenedor de seu estoque de entrada, para processá-lo, um Kanban de movimentação é colocado. Assim, é retirado um contenedor do estoque de saída do processo fornecedor e colocado então um

Kanban de produção, permitindo a produção e um novo contenedor do determinado produto (ver Figura 2.12.3).

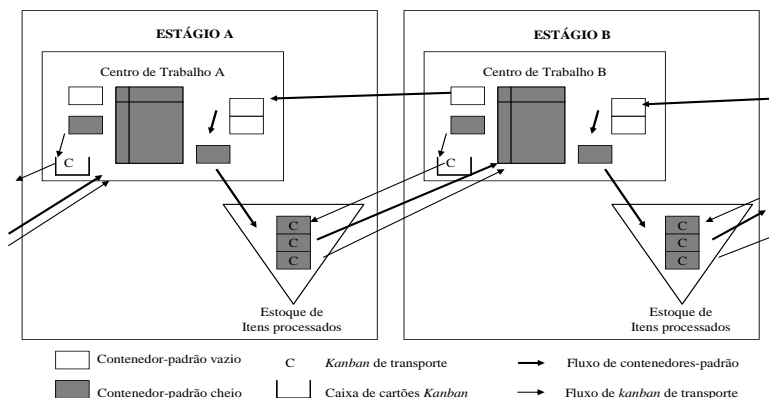


Figura 2.12.2 - A operação do sistema Kanban de cartão únicoFonte: (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).

Existem diversas formas de avisar o processo precedente a produzir, além do cartão Kanban.

Contenedores - o contenedor vazio autoriza a produção, ou movimentação do material suficiente para reabastecê-lo;

Luminosos - um sinal luminoso elétrico, controlado pelo ponto de consumo, sinaliza uma necessidade de reabastecimento instantaneamente visível para o posto de produção;

Espaços demarcados - elaborado para manter um número limitado de unidades. Um espaço vago é o sinal de que o reabastecimento está autorizado.

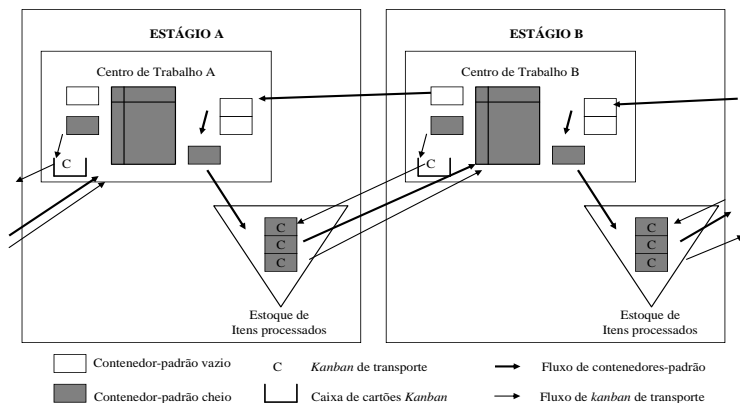


Figura 2.12.3 - A operação do sistema Kanban de dois cartõesFonte: (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).

2.12.6. Seleção de Itens para o Kanban

Taveira (1997) afirma que apesar de simplicidade no funcionamento e a aplicabilidade do sistema Kanban, tem-se verificado que existem algumas limitações para sua aplicação geral em qualquer sistema produtivo, principalmente referentes a condições de demanda relativamente instáveis. Ele recorda que o sistema é mais eficiente para itens com alto grau de repetibilidade e pequena variação na demanda de consumo.

Ribeiro (1984) afirma que nem todos os itens fabricados devem ser controlados pelo Kanban. Através de uma seleção criteriosa, e utilizando a ferramenta de classificação ABC, é possível controlar de 20% a 30% dos itens de maior atividade, abrangendo em torno de 70% a 80% do valor dos estoques, resultando assim em um ganho significativo em relação ao giro de estoque. Ribeiro (1984) sugere então que os produtos sejam escolhidos através de dois índices: coeficiente de repetibilidade e o coeficiente de variação. Quanto maior for a repetibilidade e menor for a variação, mais indicado o item será para o Kanban.

Smalley (2005) diz que se devem identificar os itens de alta frequência e alto volume, e os de alta frequência e baixo volume, e os de itens de baixa frequência. Os itens para o Kanban devem ser os de maior frequência. Cardoso e Silveira (2002) afirmam que para processos onde

existam muitos produtos e máquinas para a mesma operação, devem ser determinadas “famílias” de produtos para cada uma destas máquinas.

2.12.7. Dimensionamento do Kanban

Conforme Cardoso e Silveira (2002), para o dimensionamento do Kanban, devem-se seguir algumas etapas, tais como:

Realizar um estudo de demanda do processo posterior para identificar a relação do volume correspondente de produto produzido, o takt time, picos de demanda que podem ocorrer, etc;

Estudar o comportamento operacional do processo fornecedor para identificar o número de quebras, problemas de qualidade, entrega de fornecedores, tempo de reparo de máquinas, etc.;

Calcular o tempo de ciclo do processo fornecedor, sendo que este deve ser igual ao takt time do processo cliente;

Estudar a capacidade das embalagens, para que ocupem o menor espaço possível e para reduzir a movimentação.

Para um Kanban de produção padrão, Shingo (1996) diz que saber quantos Kanban usar é uma questão básica ao administrar um sistema Kanban.

Ribeiro (1984) afirma que o número de cartões e a quantidade representada por cartão estão diretamente relacionados com a velocidade de consumo na linha de montagem e o tempo de reposição necessário ao ressuprimento dos lotes.

O número de Kanban pode ser calculado através da Equação 1 (SHINGO, 1996).

$$N = \frac{Q + \alpha}{n}$$

Equação (1)

Onde:

N - número de cartões Kanban;

Q - lote de produção;

α - estoque mínimo (de segurança);

n - peças por embalagem.

Shingo (1996) acrescenta que no Sistema Toyota de Produção é mais importante aperfeiçoar o sistema produtivo para diminuir o número de Kanban do que a quantidade propriamente dita. Ele explicita então que, para reduzir N é necessário executar a produção em lotes pequenos e minimizar o tamanho do lote de produção Q pela redução dos tempos de setup. Também é necessário utilizar estas medidas para reduzir os tempos de atravessamento ao mínimo e, por fim, eliminar os estoques de segurança (α).

Smalley (2005) define que, para o cálculo do ponto de disparo de um produto em uma máquina, onde diversos produtos serão fabricados, é necessário acrescentar o tempo de produção do lote do produto que tiver o maior tempo de produção, para amortecer o fato de que um lote pode estar sendo produzido assim que for disparado o Kanban. Para aquele produto que possui o maior lead-time, considera-se o segundo maior tempo de produção de espera, pois ele nunca estará esperando ele mesmo para ser processado.

2.13. NIVELAMENTO

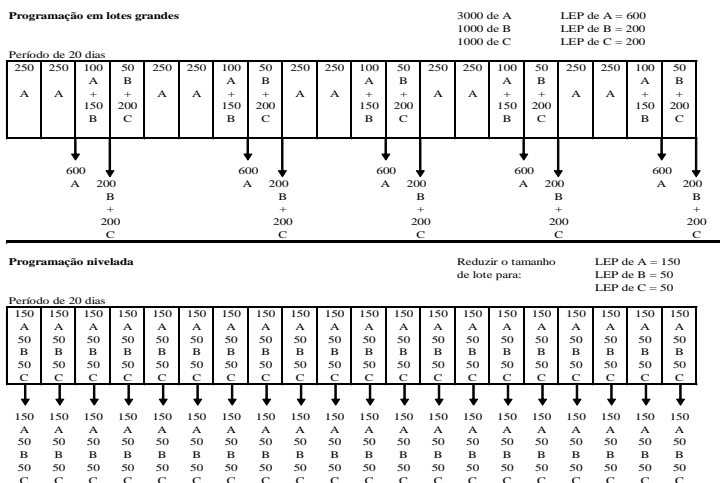
A segunda regra do Kanban diz que o processo precedente deve produzir apenas a quantidade retirada pelo processo subsequente. Para tanto, é necessário que todas as etapas da produção estejam preparadas para produzir as quantidades necessárias no momento necessário (Ohno, 1997). Para evitar as flutuações que causam impacto negativo sobre todos os processos procedentes, devem-se baixar os picos e elevar os vales na produção, de forma que o fluxo seja suave. Esse trabalho é chamado de nivelamento da produção (Ohno, 1997).

Segundo Womack & Jones (Soluções Enxutas, 2006) o nivelamento é chave para alcançar a estabilidade. O termo nivelamento tem dois enfoques, que são diretamente relacionados. O primeiro é o nivelamento da produção pelo volume. O segundo é o nivelamento da produção por tipo de produto ou mix de produção.

Smalley (2005) define que o nivelamento da produção é, de maneira simplificada, produzir todos os itens da linha dentro de um intervalo de tempo. Quanto menor os intervalos, maior seria o grau de nivelamento. Logo, o maior grau de nivelamento significaria ter capacidade de fazer pequenos lotes de produção, o que requer preparações de linha. É planejar a produção de forma que o mix e o

Para Smalley (2005) o nivelamento permite reduções de estoque de produtos acabados e de matéria-prima e, conseqüentemente, de lead time. Também aumenta a flexibilidade de resposta para o cliente, pois permite a produção mais próxima da demanda real. Assim, mudanças nos pedidos deixam de ser complicadas e a empresa pode ajustar o seu rumo durante o dia, semana ou mês.

Para nivelar, é necessário primeiramente reduzir os tempos de setup para a produção de lotes menores. Na Figura 2.13.1 ilustra-se uma diferença de programação em grandes lotes e a programação nivelada.



Supondo que uma fábrica possua uma capacidade de produção de 250 peças por dia e que haja uma demanda de 3.000 produtos A, 1.000 produtos B e 1.000 produtos C. Normalmente, se é necessário

produzir um determinado mix de produtos num determinado período, seriam calculados o lote econômico de produção (LEP) para cada produto, no caso LEP de A = 600, LEP de B = 200 e LEP de C = 200.

Neste caso, é produzido no primeiro o lote inteiro de A, totalizando três dias para poder passar para a etapa posterior. Depois é produzido um lote de B, e a seguir um de C, para assim passarem para o processo posterior. Supondo que a flexibilidade da unidade produtiva possa ser aumentada para que os lotes econômicos possam ser diminuídos a 150, 50, 50 respectivamente A, B, C, possibilitariam a produção de um lote inteiro de cada um dos produtos por dia e a liberação dos mesmos para a etapa posterior (SLACK, CHAMBERS, & JOHNSTON, 2002).

3. IMPLEMENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO

3.1. VISÃO DO FUTURO

Todo o caminho percorrido na estruturação do ambiente futuro são abordagens divididas em etapas para sua melhor compreensão bem como dos seus objetivos. É apresentado na figura 3.1 esquema do contexto da construção do estado futuro.

As divisões propostas para a construção do estado futuro são definições adotadas para consolidar campos de ação adotados pelo implementador.

Cada loop possui abordagem distinta, e eles se conectam através do objetivo geral do mapa do estado futuro. A implementação dos loops não segue obrigatoriamente uma sequência, e em diversas etapas a abordagem deve ser simultânea. Exemplos de cada um dos loops são apresentados na Figura 3.1.2. A definição dos loops no mapa são apresentada nas Figura 3.1.2, Figura 3.1.3, Figura 3.1.4, Figura 3.1.5.



Figura 3.1.1 - Loops do estado futuro

3.2. LOOP ESTABILIDADE

O loop estabilidade inclui aspectos gerais, e o processo de estabilização compreende etapas conhecidas e amplamente descritas. O objetivo desta etapa é consolidar a estrutura da empresa para o desenvolvimento deste trabalho.

A estabilidade compõe a base do sistema de manufatura enxuta.

3.2.1. Treinamentos de sensibilização à filosofia lean

Sabendo que o processo de montagem da célula de fabricação das EL exigiria uma demanda de trabalho de diversos setores de fabricação, iniciou-se o treinamento de alguns colaboradores da empresa a respeito da manufatura enxuta. O processo de sensibilização dos conhecimentos da manufatura enxuta é parte determinante para o sucesso da implementação ver (Figura 3.2.1). O procedimento adotado para a criação de aliados internos foi a contratação de uma equipe externa de grande renome no mercado de treinamento de equipes. O processo transformador exige das organizações a criação de equipes internas com capacitação suficiente para implementar as mudanças, em uma escala de detalhes não alcançada nas etapas iniciais. O conhecimento da técnica, associado à visão de longa data dos operadores do chão de fábrica e da média gerência, garante o sucesso da operação.

Primeira etapa – Gerentes

O processo de sensibilização iniciou com a alta gerência, visando mostrar as possíveis aplicações dos conceitos lean na situação real da empresa. O foco foi definido a partir da especificidade da empresa, tendo em vista seu tamanho, história, natureza do negócio, estratégia etc.

A palestra foi precedida de uma visita às instalações da empresa de onde foram tiradas algumas fotos para ilustração da situação atual e das oportunidades existentes de melhoria. Esta etapa foi executada em parceria com a Lean Institute Brasil, e contou com a presença de todos os diretores e gerentes da empresa.

Segunda etapa – Coordenadores

A etapa de disseminação do conhecimento no âmbito da média gerência foi ministrada como forma de apontar os desafios que deverão ser enfrentados e a necessidade de envolvimento de todos, tendo em vista a decisão já tomada pela empresa pela implementação da manufatura enxuta. Buscou-se coincidir a palestra da primeira etapa com a apresentação de planos de transformação.

Esta atividade procurou proporcionar o entendimento básico dos princípios lean através da experimentação. Foi utilizada uma simulação de uma fábrica como laboratório para uma transformação lean, e essa etapa foi executada em parceria com a empresa Taktica Lean Consulting. As fases desse procedimento de simulação foram as seguintes:

Simulação 1ª rodada: caracterizando a produção em massa;

Simulação 2ª rodada: experimentando o fluxo contínuo;

Simulação 3ª rodada: deixando o cliente puxar.

3.2.2. Criação de times de melhoria

Esta é uma atividade de incentivo à melhoria, que tem por finalidade ser um dos pilares no processo de organização da empresa em longo prazo. Ela influencia no direcionamento rumo às mudanças que ocorrem no desenvolvimento da transformação enxuta. Uma descrição dos elementos para a criação de times de melhoria é apresentada na Tabela 3.2.1. O sistema de times busca dar motivação às equipes, e esta abordagem resulta em um processo “ganha ganha”, onde o funcionário ganha por tornar-se mais capacitado e motivado, e a empresa ganha em ser melhor a cada dia. A melhora na gestão é um reflexo da melhora das equipes. Nesta etapa, as ferramentas motivacionais consistem em incentivar o colaborador a agir eficientemente em etapas de melhorias, seja em grupo ou autônomas (figura 3.4).

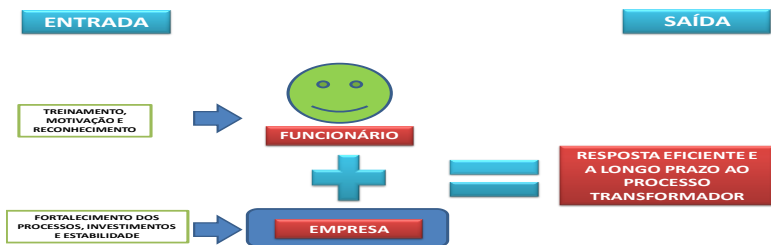


Figura 3.2.1 - Entrada e saída dos processos

Tabela 3.2.1- Detalhes do projeto de melhoria

ELEMENTO	DESCRIÇÃO
OBJETIVO	Motivar e comprometer os colaboradores de forma progressiva com o intuito de aprimorar os processos e organizar o chão de fábrica, estimulando as iniciativas de melhoria. O sistema de times prevê o treinamento contínuo de práticas lean assim como premiações de reconhecimento à melhoria contínua.
PÚBLICO ALVO	Colaboradores da fábrica e fundição
FORMAÇÃO DOS TIMES	Cada setor será um time, exceto para grupos maiores de 15 participantes, onde os setores serão divididos em duas ou mais equipes. Ter-se-á ao todo 21 times. Todos os grupos devem ter um nome e um líder.
PONTUAÇÃO	A avaliação será mensal e realizada por um grupo composto por quatro participantes, sendo dois da comissão organizadora e dois participantes das equipes que serão eleitos por sorteio. Os grupos serão pontuados segundo um questionário de indicadores de organização (limpeza, ferramentas, posto de trabalho), com perguntas objetivas e pesos diferentes entre elas e respostas como "tem totalmente, tem parcialmente e não tem". No caso de ocorrerem duas ou mais equipes com a mesma pontuação, o desempate fica a cargo de uma nova análise que levará em conta o desempenho individual dos componentes das equipes. Toda a equipe que estiver em avaliação deve delegar um participante para acompanhar a pontuação de seu grupo.
PREMIAÇÃO	Os times com a melhor pontuação mensal, trimestral e anual serão parabenizados publicamente no jornal de circulação interna "Panorama". Somente as maiores pontuações trimestrais e anuais estarão sujeitas a um prêmio, que será definido na época da premiação (viagem regional, almoço, entrega de troféu ou camisetas, etc).

3.2.3. Sequenciadores

Todas as grandes peças soldadas são tratadas de maneira especial, pois a necessidade de controlar a quantidade e o momento de início da fabricação tornou-se ponto determinante para o ajuste das metas. Ou seja, o setor de soldagem é quem recebe a informação da ordem a ser produzida conforme os pedidos (Processo Puxador). Desta forma, o sistema supõe o envio da informação via ordem sincronizada e a gestão dos carrinhos (Figura 3.2.3) para o setor Solda Quadro.

A sequência de fabricação dos kits é um processo controlado, via quadro de informação visual, o qual será descrito em maiores detalhes neste capítulo.

Os carrinhos determinam quando iniciar ou parar a produção, isto é, após o sistema ser iniciado na soldagem, os controladores do processo são as filas FIFO, tanto para a pintura como para a montagem.

A informação sobre a quantidade e ordem a ser produzida seguem no quadro de controle, mas o sistema adota o ritmo de liberação dos carrinhos vazios no setor. Ou seja, defeitos no processo param o sistema como um todo. O processo somente reinicia quando o carrinho vazio retorna da pintura para a soldagem, autorizando a fabricação dos componentes. Da mesma forma, a fila de carrinhos com as peças pintadas indica a sequência em que o setor de montagem vai montar os equipamentos. Desta forma, a soldagem torna-se o único ponto de entrada da informação, emitida via PCP. Isto confere estabilidade aos eventos, pois um pequeno atraso na montagem das máquinas faz com que não sejam liberados novos carrinhos vazios. E, com isso, a fabricação das peças interrompe todas as sequências de eventos que estão vinculados à liberação dos carros.

Este procedimento de ordens sincronizadas vincula todos os processos em uma única forma simplificada de balanceamento. O fluxo desenvolve um vínculo com toda a cadeia transformadora da soldagem até a montagem (Figura 3.2.4).

Esta nova forma de trabalho representa uma evolução comparada ao sistema utilizado anteriormente, o qual consistia em uma série de informações que comumente geravam conflitos de priorização.

Atualmente, os carros seguem dois fluxos, da montagem para a pintura e da pintura para a soldagem. A soldagem só é iniciada quando houver carros vazios no setor. Todos os carros da soldagem são liberados pelo setor de pintura após consumir as peças. A pintura só inicia o consumo das peças dos carros da soldagem, quando houver

carros vazios liberados pela montagem. E a montagem dos equipamentos ocorre na sequência definida pela liberação dos kits vindos da soldagem. A quantidade de carros é definida pelo volume produtivo do mês. De acordo com a ordem, a soma dos kits parados nos carros não deve exceder o consumo de um dia (Figura 3.2.2).

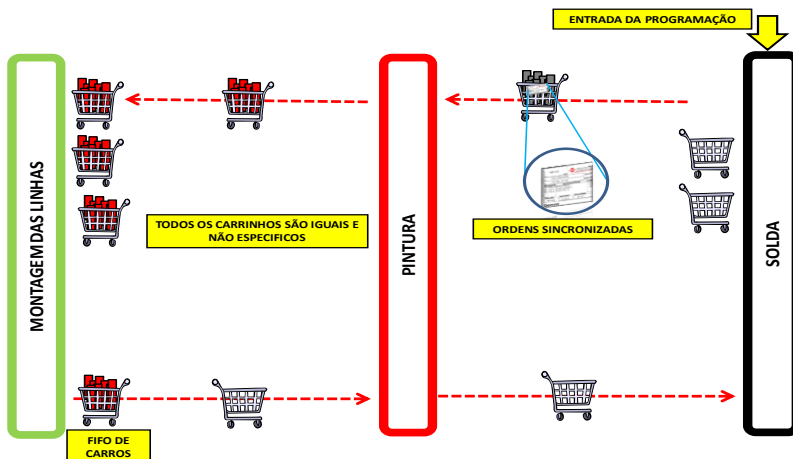


Figura 3.2.2- Fluxo de trabalho dos kits



Figura 3.2.3- Kit de peças soldadas

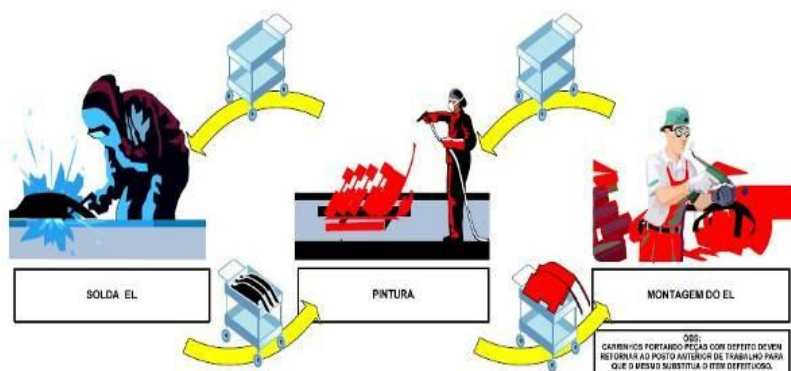


Figura 3.2.4- Fluxo de trabalho das ordens sincronizadas

Alguns detalhes referentes às responsabilidades com os carros são os seguintes:

- O envio dos carrinhos com os kits soldados para a pintura é responsabilidade dos soldadores;
- O retorno dos carrinhos vazios para a soldagem é responsabilidade dos funcionários da soldagem;
- O envio dos carrinhos com os kits pintados para a montagem do EL é responsabilidade dos funcionários da pintura;
- O envio dos carrinhos vazios para a pintura é responsabilidade dos montadores do EL.

3.2.4. Aquisição de equipamentos

Para alcançar o objetivo de transformar um setor da empresa em um modelo de organização lean, foi necessário adquirir novos equipamentos de maneira a conferir ao chão de fábrica maior estabilidade. Os equipamentos adquiridos são listados abaixo.

Parafusadeiras pneumáticas: Uma parafusadeira de torque (Figura 3.2.5) foi adquirida para a montagem do EL, pois percebeu-se a necessidade de garantir o torque aplicado e ainda reduzir os tempos de montagem para os rotores montagem complexa de uniões aparafusadas.

Desta forma, esse equipamento contribui para a estabilidade ao longo da jornada de trabalho.



Figura 3.2.5- Parafusadeira pneumática

Pistola de retração térmica: Todos os produtos são completamente embalados com plásticos de retração térmica, processo esse que era executado em tempo elevado, superior a trinta minutos para cada produto. Na busca por minimizar o tempo e melhorar o processo de embalagem, foi adquirida uma pistola de retração térmica a propano (Figura 3.2.6). Agora, este processo é efetuado em um tempo médio de oito minutos.



Figura 3.2.6- Pistola de retração térmica

Torno CNC Mazak: Após a implantação do sistema kanban no chão de fábrica, surgiu a necessidade de máquinas mais versáteis, para atender à demanda por lotes menores. Desta forma, foi adquirido um centro de torneamento CNC (Figura 3.2.7), o qual possui um sistema de troca rápida de pallets, que reduziu o tempo de setup deste processo quase a zero (Figura 3.2.8).



Figura 3.2.7 – Torno CNC adquirido

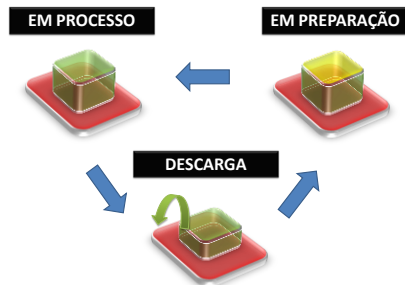


Figura 3.2.8- Fluxo de trabalho pallets intercambiáveis

Máquina de corte a laser Trumpf: Seguindo a política de maior versatilidade, foi adquirida uma máquina de corte a laser, para facilitar a demanda variável, conforme mostrado na Figura 3.2.9.



Figura 3.2.9 - Máquina de corte a laser

Dobradeira Trumpf: A necessidade de se fabricar lotes menores levou à necessidade de se adquirir uma dobradeira CNC, que possibilita a redução dos tempos de setup deste processo quase a zero (Figura 3.2.10).



Figura 3.2.10- Dobradeira

Prensa Jundiaí: A necessidade de maior responsividade da empresa exigiu um importante ajuste do sistema produtivo, especialmente para o setor de estamparia, que absorveu uma quantidade significativa de investimentos. Porém, além das aquisições, como a prensa mostrada na Figura 3.2.12, realizou-se um projeto de padronização do ferramental, para que a troca do mesmo fosse realizada sem ajuste da torre das prensas. Ou seja, as ferramentas possuem as mesmas alturas totais (Figura 3.2.11).

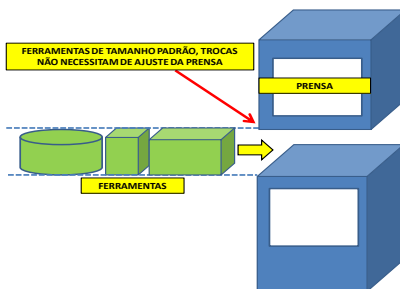


Figura 3.2.11 - Trocas rápidas de ferramentas



Figura 3.2.12- Prensa

Empilhadeiras elétricas: Com o desenvolvimento dos supermercados necessitou-se de equipamentos para a manipulação dos itens nas prateleiras (Figura 3.2.13).



Figura 3.2.13 - Empilhadeira elétrica

3.2.5. Novo software ERP

Até o momento do início deste trabalho, o software ERP utilizado não dispunha de ferramentas capazes de contribuir para uma transformação lean completa, uma vez que faltavam componentes de suporte ao controle Kanban, assim como as listas de necessidades (picking list) entre outros componentes de entrada de pedidos. Desta forma, decidiu-se pela substituição do referido software, escolhendo-se o software I-Series AS400 já amplamente utilizado no grupo.

Entrada de pedidos

Somente pedidos feitos via sistema entram em produção, o que garante um padrão de comunicação, pois os pedidos são cadastrados sempre no mesmo formato padronizado. Os pedidos são feitos com a definição do modelo requerido. A Figura 3.2.14 e Figura 3.2.15 apresentam detalhes da definição dos modelos para o novo e antigo modelo de entrada de pedidos.

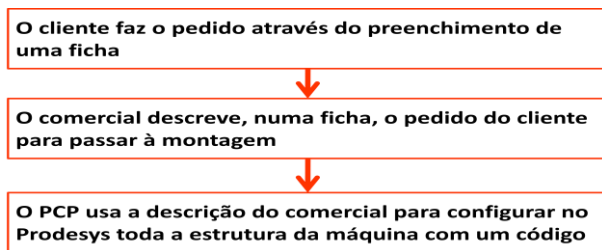


Figura 3.2.14 - Fluxograma anterior a instalação do novo software

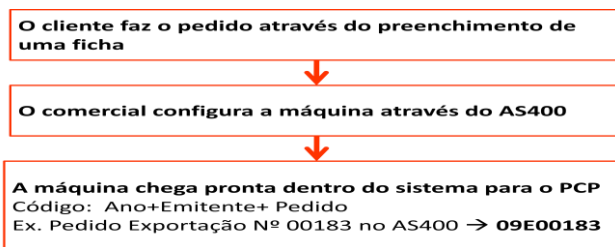


Figura 3.2.15 - Fluxograma de entrada de pedido atual

As vantagens deste novo sistema são as seguintes:

- O PCP não configura mais a máquina;
- Diminui a possibilidade de erro;
- Erros não se repetem.

3.2.6. Configurador de máquinas

As ferramentas de configuração de máquinas e preço definem novos processos padronizados de entrada do pedido na programação. Nesta nova forma, o cadastro do pedido ocorre via sistema, e seguindo-se as etapas de configuração, o configurador somente permite montagens pré-determinadas.

Assim sendo, todas as possíveis combinações de montagens, são analisadas pelo software e executadas com os parâmetros pré-definidos pelo projeto. A ordenação foi realizada dividindo-se todas as máquinas em famílias e em códigos com subdivisões das famílias (Figura 3.2.16). Após a definição do item específico a ser configurado, o sistema abre janelas de opções a serem escolhidas, e um exemplo é apresentado na Figura 3.2.17.

O item configurado é uma opção do novo software, para que os modelos sejam previamente definidos e preparados. Assim, reduz-se erros e facilita-se o fluxo de informações do pedido do cliente até o chão de fábrica. Neste novo procedimento, a ficha de montagem das máquinas é sempre do mesmo formato (Figura 3.2.18).

Gama	Família	Sub-família	Modelo	Abrevé
010	▶ Aração - [LAB]			
020	▶ Preparação do solo - [SOL]			
030	▼ Plantio - [SEM]			
	010	▶ Semeadoras Combinadas - [CDS]		
	010	▶ Reservatórios frontais - [TF]		
	020	▼ Semeadoras - [SL]		
		010	▶ Barra de plantio para reservatório frontal - [BTF]	
		020	▶ Semeadoras mecânicas integradas - [SM]	
		030	▶ Semeadoras mecânicas individuais - [SM5010]	
		035	▶ Semeadoras pneumáticas não combinadas - [SPSO10]	
		040	▶ Semeadoras pneumáticas integradas - [SPI]	
		050	▶ Semeadoras pneumáticas para cobertura de inverno - [SPFSS]	
		060	▶ Semeadoras pneumáticas rebocadas para cultivo mínimo - [SPTSS]	
		070	▼ Semeadoras rebocadas mecânica para plantio direto - [SMTSD]	
			▶ SDM 2217 - [SDM2217]	
		010	▶ SDM 2219 - [SDM2219]	
		020	▶ SDM 2223 - [SDM2223]	
		030	▶ SDM 2227 - [SDM2227]	
		040	▶ SDE 2217 - [SDE2217]	
	080	▶ Semeadoras rebocadas pneumáticas para plantio direto - [SPTSD]		
040	▼ Plantadoras de precisão - [SM]			
		010	▶ Semeadoras mecânicas montadas convencionais - [SMPC]	
		015	▶ Plantadora mecânica portada para plantio direto - [SMPSD01]	
		020	▶ Plantadoras rebocadas mecânicas para plantio direto - [SMSSD01]	
		030	▶ Plantadoras montadas pneumáticas para plantio convencional - [SPPC]	
		040	▶ Plantadoras montadas pneumáticas para plantio direto - [SPPSD]	
		050	▶ Plantadora rebocada pneumática para plantio direto - [SPTSD01]	
		090	▶ Máquinas anexas - [SP99]	
		999	▶ SML99 - [SML99]	
040	▶ Transplante - [PL]			
050	▶ Fertilização - [FER]			
060	▶ Pulverização - [PLV]			
070	▶ Manutenção de áreas - [ENT]			
080	▶ Trituração - [BRD]			

Figura 3.2.16 - Decomposição das opções das máquinas

KUMH SH SHFCIGY		COMPOSIÇÃO ABREGÉ		10/09/00 12:19:30	
Abregé... PPK500-R-5		Config.. BUE		Empresa..... SH	
Produto	Emb	Descrição	Quantid.	Prço D/P U/H/D	Sfc.
Fct. 010		EQUIPAMENTO DE SÉRIE			
10J0004		PPK500 PLANTADORA MECANICA REB	1 0 0 0	P	
10J0058		5 LINHAS DE PLANTIO	1 0 0 0	P	
10J0008		COMPACT. N. LINT. PLANTER PPK	5 0 0 0	P	
10J0011		LINHA SEMENTE PIVOTADA	5 0 0 0	P	
10J0012		LINHA ADUBO - C/FACAO	5 0 0 0	P	
10J0017		BARRA ESTABILIZADORA SOJA	5 0 0 0	P	
10J0020		DISTRIBUIDOR ADUBO	5 0 0 0	P	
10J0021		KIT DISCO DE SOJA SHH	5 0 0 0	P	
10J0022		KIT DISCO DE MILHO LHH	5 0 0 0	P	
10J0054		TAMPA DISTRIBUIDOR ADUBO	1 0 0 0	P	
10J0059		BARRA ESTABILIZADORA MILHO	2 0 0 0	P	
Fct. 011		ESPAÇAMENTO 40 CM	1 0 0 0	U	
1077252M		MANUAL DE INSTRUÇÕES			
Fct. 090					
F9-Sair F5-Validar F6-Funções facultativas F7-Modificar F8-Excluir					

Figura 3.2.17- Tela de configuração

KNA CHAUDROP MACHINE SHOP ORDER 3/26/2008

CUSTOMER ORDER: T 41234/21 OF 03/26/2008 SO NO: 03

9629937 WHITE'S FARM SUPPLY INC SHIP TO: WHITE'S FARM SUPPLY INC
 4154 STATE ROUTE 31 4154 STATE ROUTE 31
 P.O. BOX 267 P.O. BOX 267
 CANASTOTA, NY 13032 CANASTOTA, NY 13032

ORDER DUE DATE: 3/2008 DECADE 03
 REFERENCE:
 SHIP VIA:
 FREIGHT:

ITEM NO	DESCRIPTION	SHIP DATE	START DATE	QTY	PRUM
1894501	3MET SIDE OR VERT MARK MEASUR	3/06/2008	02/21/2008	1	HCV1
1894497	OPTION, SCALR. INDICATOR, 0/5	3/06/2008	02/21/2008	1	HCV1
1894461	OPTION, WCD DRIVE KIT 1 1/8-21	3/06/2008	02/21/2008	1	HCV1
18944619	OPTION, 22.50 X 13.50 WHEELS	3/06/2008	02/21/2008	1	HCV1
18967149	OPTION, LEFT RIDE DOOR	3/06/2008	02/21/2008	1	HCV1
18967223	OPTION, 3" CHAIN AND SLAT, LH	3/06/2008	02/21/2008	1	HCV1
18967237	OPTION, STAINLESS LINER	3/06/2008	02/21/2008	1	HCV1
18967274	OPTION, KNIFE, 15"	3/06/2008	02/21/2008	1	HCV1

SERIAL NO:


Figura 3.2.18 - Ficha de montagem

3.2.7. Kanbans via sistema

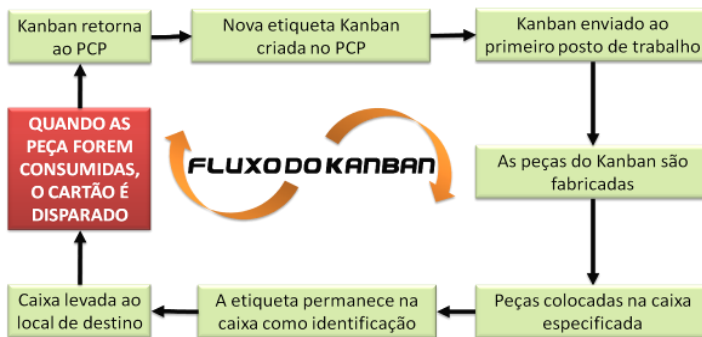
O novo sistema controla todos os itens de gestão via Kanban, em todos seus aspectos. As características são definidas no software e cadastradas nos seguintes campos: (a) Quantidade; (b) Prazo; (c) Endereço.

O sistema controla a passagem dos kanbans no PCP para registro de movimentação, e também imprime a etiqueta de identificação de passagem do item. Um exemplo de etiqueta é apresentado na Figura 3.2.19, e o fluxo de operação a ser seguido é mostrado na Figura 3.2.20.

51505800		2	ENGATE	
YVW006013		CH FQ NBR 6650 CF - 21 4,75MM		
UP:	Posto	Operação	Primo	Forçame Local
010	5200	CORTAR NO FORMATO	16/02	<input type="checkbox"/>
020	1112	Tenacizeira	29/02	<input type="checkbox"/>



4 10023800 211111



3.2.8. Lista de Necessidades - Picking list

O gerenciamento dos itens utilizados em supermercados tem seu controle realizado por listas de materiais específicas por posto de trabalho, as quais definem a coleta de peças, conforme mostrado na Figura 3.2.21.

Algumas vantagens desta lista são as seguintes:

- Listas de necessidades geram coletas precisas de peças;
- Listas, via sistema, são baseadas na estrutura;
- Listas de peças ajudam a manter os estoques organizados;

- Liberação via sistema são de fáceis de serem feitas.

Os sistemas de listas de necessidades consistem em:

- Necessidade de coletar as peças nos supermercados para cada máquina;
- Ser específico para cada pedido de máquina, facilitando desta forma a coleta dos itens;
- Definir as necessidades a serem coletadas nos supermercados;
- Boas descrições e endereçamentos;
- Assertividade dos pedidos e a diminuição dos deslocamentos.

O fluxo de trabalho desta ferramenta se inicia com:

- A entrega da lista de necessidades juntamente com a ficha de montagem da máquina;
- E os montadores, antes de iniciarem a montagem das máquinas, coletam as peças que irão montar.

O sistema de lista sequencia os endereços, para que os montadores nunca necessitem passar duas vezes pela mesma rota (Figura 3.2.22). As coletas são realizadas para duas máquinas de cada vez, ou seja, o montador se desloca do posto de trabalho a cada duas horas.

Os critérios para início das listas foram:

- A redução de tempos de não agregação de valor com deslocamentos;
- A redução das perdas por coleta de peças erradas;
- Facilitar a produção em lotes.

A liberação das ordens sincronizadas e do pedido das máquinas é simultânea (Figura 3.2.24). Isto é, a sincronização da fabricação com a montagem deve respeitar as prioridades. Na Figura 3.2.24, dentro do retângulo referente à Produção, ilustra-se os elementos que o software utiliza para realizar a gestão:

- Kanban, através da gestão baseada no consumo;
- Ordens sincronizadas, vinculadas à liberação dos carrinhos sequenciadores, descritos anteriormente;
- Ordens de fabricação, descritas anteriormente, porém não utilizadas nesta dissertação.

KNA		ORDERAG09		LIST Of SYNCHRONOUS ORDERS		2/25/2008	PAGE: 2
CUSTOMER ORDER: T 41203 / 21		DUE ON 4/04/2008		S.O. NO: 01			
9629917 WHITE'S FARM SUPPLY INC		SHIP TO: WHITE'S FARM SUPPLY INC					
4154 STATE ROUTE 31		4154 STATE ROUTE 31					
P.O. BOX 267		P.O. BOX 267					
13032 CANASTOTA		13032 CANASTOTA					
PLASMA KOTKE ARCONEN BGP 3700				PLASMA KOTKE ARCONEN BGP 3700			
MRK	CTR	P-SUM	ITEM NO.	DESCRIPTION	QUANTITY	START DATE	REL DATE
010	0202	K0C4	70141075	SHEET, 12GA X 87.50 X 87.50 PLASMA CUT TO PRINT	1	3/20/2008	2/25/2008
010	0202	K0C4	70141076	SHEET, 12GA X 87.50 X 87.50 PLASMA CUT TO PRINT	1	3/20/2008	2/25/2008
010	0202	K0D2	70141155	PLATE, .63 X 47.31 X 47.31 PLASMA CUT TO PRINT	2	3/20/2008	2/25/2008
010	0202	K0D1	70141156	PLATE, .63 X 47.31 X 47.31 PLASMA CUT TO PRINT	2	3/20/2008	2/25/2008
010	0202	K004	70141157	PLATE, .75 X 36.28 X 69.33 PLASMA CUT TO PRINT	2	3/20/2008	2/25/2008
010	0202	K004	70141866	PLATE, .75 X 30.75 X 90.75 PLASMA CUT TO PRINT	1	3/20/2008	2/25/2008
010	0202	K004	70141867	PLATE, .75 X 30.75 X 90.75	1	3/20/2008	2/25/2008

Figura 3.2.23- Ordem sincronizada

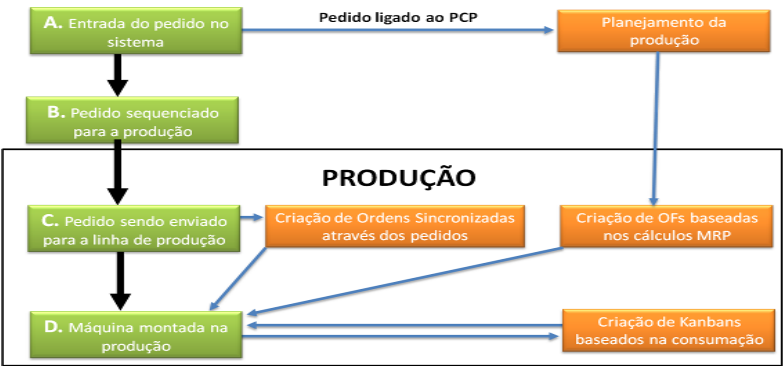


Figura 3.2.24 - Fluxo de liberações

3.2.10. Melhoria contínua

Após concluir-se a primeira etapa de início da produção e aprimoramento baseado nas técnicas da manufatura enxuta, tornou-se necessário definir uma política de sustentação em longo prazo. Para isto, foram aplicados conceitos de melhoria contínua (Kaizen em japonês).

Definiu-se como prioridade as semanas kaizen de melhoria, juntamente com ciclos PDCA e 5S como ferramentas de sustentação do processo transformador. A ênfase na melhoria contínua é importante, pois se sabe que ao longo do caminho de mudança pode ocorrer uma quantidade significativa de incorreções, sendo aceitável dar dois passos para frente e um para trás (Figura 3.2.25).

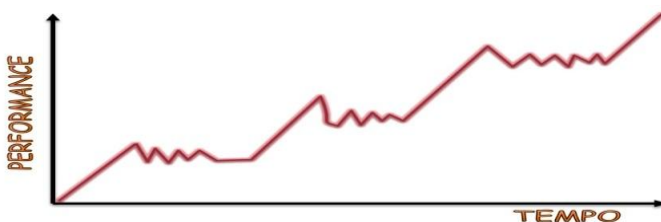


Figura 3.2.25 - Modelo do caminho rumo à melhoria

3.2.11. Semanas kaizen

Para a implementação das semanas kaizen na empresa, foi necessária a busca por uma empresa parceira para dar suporte à realização de um kaizen de uma semana.

Após ter-se selecionado a empresa parceira, as atividades previstas foram aplicadas ao longo de uma semana, tendo sido abordados trabalhos logísticos e de montagem. Foram definidos dois grupos de cinco componentes cada (Figura 3.2.26).

Grupo A - Montagem	Grupo B - Logística
Líder	Líder
Operador 1	Operador 1
Operador 2	Operador 2
Operador 3	Operador 3
Operador 4	Operador 4

Figura 3.2.26 - Divisão dos grupos

As atividades foram guiadas por tópicos de maior necessidade, que formaram a base para os trabalhos da semana. Todos os processos em análise tinham o objetivo de fortalecer os princípios implantados anteriormente, e um exemplo de melhoria realizado é apresentado na Figura 3.2.27.

Grupo A

- Estudo do processo de montagem;
- Cronometragem dos processos de montagem;
- Verificação dos novos processos de trabalho.

Grupo B

- Levantamento da curva ABCXYZ dos produtos (curva valor do estoque e de importância do estoque). Ou seja, valor versus quantidade;
- Contagem física dos componentes;
- Análise do fluxo de abastecimento;
- Reorganização dos materiais na produção;
- Verificação dos kanbans de peças internas e de produtos comprados.



Figura 3.2.27 - Exemplo de trabalho realizado: pulmão para nivelar a montagem dos rotores

Ao final da semana Kaizen definiram-se tarefas a serem feitas visando melhorar a segurança e a estabilidade das rotinas de trabalho. Estas tarefas estão mostradas na Tabela 3.2.2- Plano de ação.

Tabela 3.2.2- Plano de ação

Item	Atividade
1	Substituir caixas metálicas por caixas plásticas para o kanban de peças compradas
2	Suporte para unir (embalar) as duas máquinas
3	Providenciar braço giratório para retirar rotor e colocar na máquina de teste
4	Confeccionar prateleiras para caixa plástica
5	Adquirir caixas plásticas

3.2.12. Sistema de trabalho adotado (Ciclo PDCA)

O processo de consolidação das técnicas é parte importante do processo, pois ao definir-se e treinar-se a equipe do EL, o modelo de melhoria baseado na equivalência entre as etapas de projeto, implantação, verificação e correção (ciclo PDCA – Figura 3.2.28), transforma e consolida aliados internos. Ou seja, repassa-se e dá-se suporte para que o setor tenha continuamente força e técnica para executar processos cíclicos de melhoria.



Figura 3.2.28 - Ciclo de melhoria adotado para o PDCA

3.2.13. Metas de organização (5S)

Todos os colaboradores do setor do EL foram treinados e sensibilizados para organizar o espaço de trabalho, especialmente o espaço compartilhado.

O propósito central do método 5S, repassado à equipe, consiste na melhoria da eficiência no ambiente de trabalho, evitando que haja perda de tempo procurando objetos perdidos. Além disso, uma vez implementado, acredita-se que o setor possa gerar melhores resultados através de uma equipe mais participativa com o poder de tomada de decisões, proporcionando que o procedimento resulte em um diálogo de entendimento facilitado entre os colaboradores.

Um exemplo de resultado de aplicação do método 5S na empresa é mostrado na Figura 3.2.29.



Figura 3.2.29- Organização das ferramentas nas bancadas – exemplo de aplicação do método 5S

3.3. LOOP SIMPLICIDADE

3.3.1. Gestão visual

A gestão visual proporciona ganhos através da simplificação do processo de comunicação, sendo uma das ferramentas associadas à manufatura enxuta que mais contribui para conferir estabilidade ao processo de transformação.

A gestão visual auxilia a melhoria de um dos temas centrais do novo modelo de gerenciamento de produção, a busca por soluções que tornem os processos mais facilmente observáveis, limpos e organizados, resultando em maior facilidade para realizar o controle e a melhoria. A correta compreensão dos fluxos de informação e material é muito importante para as considerações abaixo.

3.3.2. Identificação das áreas

Todos os setores da empresa foram divididos em 27 grandes partes que representam todas as áreas úteis (Figura 3.3.3).

3.3.3. Identificação geral dos locais

Todas as áreas no chão de fábrica detêm uma posição geral, definida por linhas de A a L e colunas de 1 a 3 (Figura 3.3.3). Esta identificação distribui as posições de armazenamento e facilita a logística interna, além de organizar o fluxo de materiais no chão de fábrica.

Todos os setores foram identificados e usufruem dessas coordenadas, através de uma letra e um número, que definem sua posição na fábrica (Figura 3.3.1). Os setores de grande área foram referenciados com uma ou mais cotas (ver posicionamento dos setores na Figura 3.3.2). Toda a identificação descrita foi identificada fisicamente no chão de fábrica (Figura 3.3.4).

SETOR	LOCAIS			
USINAGEM	B1	C1	D1	E1
ESTAMPARIA	I2			
CORTE	J1			
PRÉ-MONTAGEM	L1			
MONTAGEM PLANTIO	C2	D2	C3	C3
PULVERIZADOR	I3			
SOLDA EL	I2			
SOLDA PUVERIZADOR	I2			
LASER	I1			
CÉLULA DAS ENGRENAGEM	I1			
CÉLULA DAS VARETAS	E1			
MONTAGEM DAS CAIXAS DE FIBRA	E3			
SUB-MONTAGEM PLANTIO	B2			
PINTURA	F2	G2	F3	G3
MONTAGEM EL	F1	G1		
SUPERMERCADO	B1	C1	D1	E1

Figura 3.3.1- Tabela de endereço dos locais

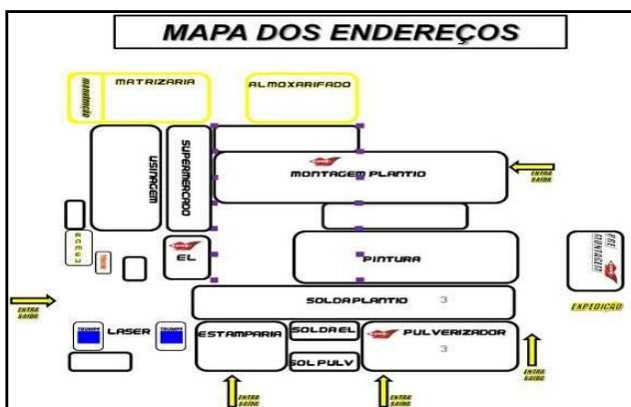


Figura 3.3.2- Setores do chão de fábrica

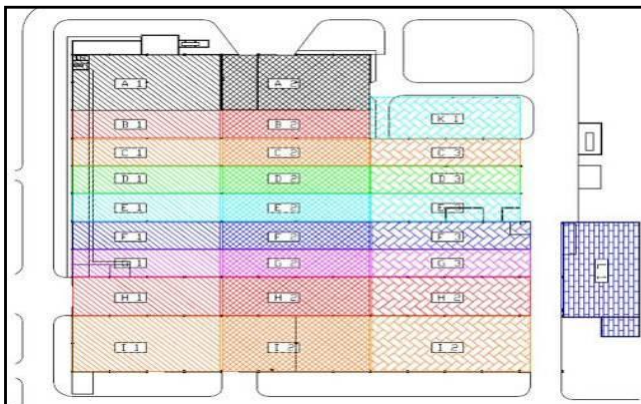


Figura 3.3.3- Mapa das coordenadas



Figura 3.3.4- Identificação física dos locais

3.3.4. Identificação das prateleiras

Todas as prateleiras foram identificadas conforme a sua posição. Para a busca por posições e locais dedicados, teve-se o cuidado em definir tipos diversos de embalagens para atender ao volume e a frequência de cada peça, assim como a origem do item. Com base neste fato, para itens fabricados definiram-se quatro tipos de embalagens metálicas, sendo:

- 10 - pequena;
- 20 - média;
- 30 - grande;
- 40 - cavalete.

Os quatro tipos de embalagens podem ser vistos na Figura 3.3.5. A numeração é usada somente para identificação via sistema. Para itens adquiridos, usou-se três tipos de embalagens que

seguem a mesma lógica (pequena, média e grande), sendo a única diferença o uso de caixas plásticas (Figura 3.3.6)

Os endereços das prateleiras são compostos por quatro dígitos (por exemplo, EL 05) - ver descrição na Figura 3.3.7.



Figura 3.3.5- Tipos de embalagens metálicas



Figura 3.3.6- Caixas plásticas



Figura 3.3.7- Identificação física das prateleiras

3.3.5. Identificação das peças

Na organização do chão de fábrica, a ordenação é um critério de grande importância. O cuidado com o endereçamento e identificação deve ser permanente para todos os itens. Neste objetivo, todos os itens

devem obedecer a uma regra clara, definida por: (a) posição; (b) quantidade; (c) característica.

Adotou-se uma política de reestruturação das áreas de armazenamento, bem como no desenvolvimento de cartões de identificação. Este procedimento de identificação reordena a distribuição de peças na fábrica, assim como facilita o controle dos estoques.

Os endereçamentos foram divididos, em duas classes sendo:

Itens no chão de fábrica, com endereços divididos em três campos, onde o primeiro identifica o local de armazenamento, o segundo a prateleira, e o último define a posição na prateleira (Figura 3.3.8 e Figura 3.3.9).

Para a segunda classe de identificação, os itens estão armazenados no almoxarifado central. E os endereços são divididos em quatro campos, sendo o primeiro o corredor, o segundo o número da prateleira, o terceiro a altura ou nível do item e, por fim, a localização de posição (Figura 3.3.10 e Figura 3.3.11).



Figura 3.3.8- Endereços de seis dígitos na fábrica

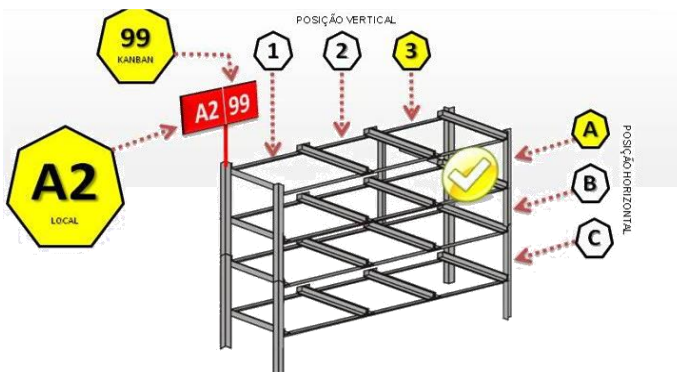


Figura 3.3.9- Ordem do endereçamento na fábrica



Figura 3.3.10- Endereços de seis dígitos almosarificado

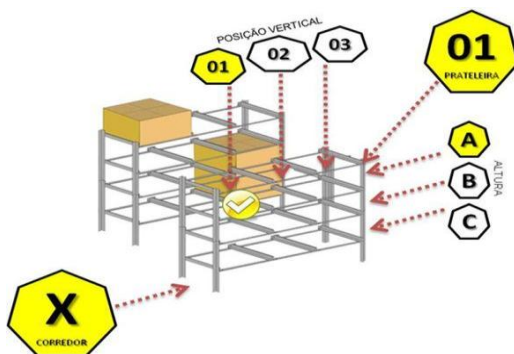


Figura 3.3.11- Ordem do endereçamento almosarificado

3.3.6. Identificação das áreas de refugio de peças

Em todas as áreas de montagem e fabricação, colocou-se uma caixa vermelha de tamanho médio (Figura 3.3.5), com a função de indicar a área específica para descarte. Todos os itens descartados são identificados e os problemas são monitorados, em busca de uma solução.

Todos os itens que apresentarem problemas são enviados para uma área central de coleta e, em seguida, são avaliados para definir o fator gerador da falha. As soluções para a eliminação do erro são informadas através de solicitação de alteração ou da liberação de uma ordem de não-conformidade. Ambos os documentos têm, em seu organograma, uma ordem de responsáveis para a execução proposta.

A finalização do processo compreende a execução da solicitação e aprovação dos resultados em reunião de grupo, com frequência semanal.

3.3.7. Quadro de informação

A busca por simplificar a comunicação interna e melhorar a organização das prioridades é um princípio da Produção Enxuta. E a transparência é a capacidade de um processo de produção comunicar as informações úteis para as pessoas que a utilizam (MARTINS, 2006).

Tendo isso em vista, considerou-se neste trabalho a reestruturação no modo em que a informação é controlada. Dados anteriormente disponíveis somente via sistema informatizado, agora são disponíveis no quadro visual, como por exemplo o quadro de sequenciamento da soldagem (Figura 3.3.12).

Este quadro foi desenvolvido para facilitar a ordenação dos trabalhos, no setor de soldagem. O quadro consiste em uma série de placas vermelhas e verdes, que sinalizam o item já realizado (com o lado verde), e o não realizado (com o lado vermelho). Todas as operações a serem realizadas estão descritas na coluna vertical, no lado direito, e a sequência a ser realizada deve seguir uma fila de modelos de máquinas, descritas na linha horizontal na parte superior.

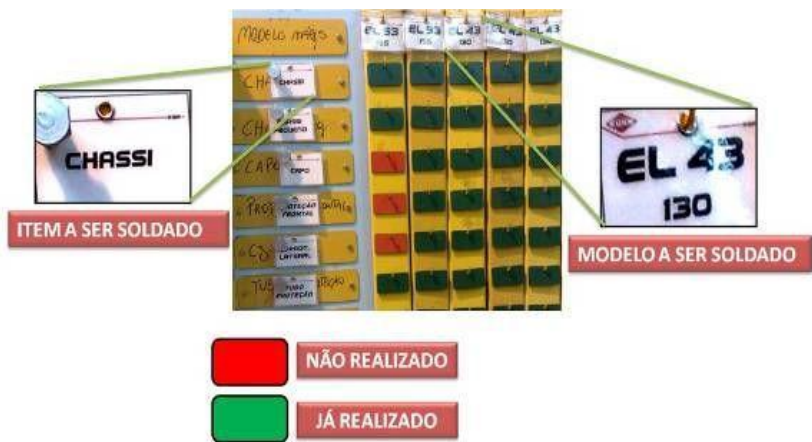


Figura 3.3.12 - Quadro de sequenciamento da soldagem

3.3.8. Supermercados

Em muitos casos, a produção em fluxo contínuo não é viável, o que torna o uso da fabricação em lotes uma necessidade do processo. Neste caso, o uso do supermercado gera bons resultados para a produção (ROTHER & SHOOK, 2006). Algumas vantagens são associadas ao uso dos supermercados de peças, sendo:

- Melhor acuracidade dos estoques;
- Organização;
- Aumento de flexibilidade das montagens.

Decidiu-se por posicionar as áreas de armazenamento de peças em agrupamentos similares, classificados pela família de utilização. Esta abordagem contribui para uma melhor organização do chão de fábrica.

Na etapa de levantamento de dados, percebeu-se a necessidade da adoção de um sistema de produção não baseado em programação. Nesta etapa, o supermercado representa a ruptura do fluxo contínuo, proporcionando a execução do sistema de produção puxado. Porém, para que a produção seja puxada é necessário estabilizar os processos no setor produtivo, de modo que eventuais falhas não interrompam a frequência de trabalho da montagem.

Desta forma, a escolha adotada foi um sistema puxador, estabilizado por um supermercado de peças prontas (Figura 3.3.15). O ganho em disponibilizar todos os itens o tempo todo é a flexibilização em gerar respostas niveladas à demanda real. Todos os itens no supermercado são: (a) fabricados, (b) terceirizados ou (c) adquiridos.

Outro ganho associado à utilização do supermercado de peças é a redução dos deslocamentos, uma vez que o sistema modifica o perfil de coleta (Figura 3.3.13 e Figura 3.3.14).

A distribuição sem ordenação dos itens no posto de trabalho gera um deslocamento excessivo, que culmina em um tempo de não agregação de valor muitas vezes superior ao tempo de utilização real. No processo de implementação do supermercado de peças, as seguintes abordagens foram levadas em consideração:

A utilização de um ponto de centralização das peças, visando a redução dos deslocamentos, onde as coletas são realizadas pelos operadores, que utilizam de uma lista de necessidades. A retirada das

peças ocorre a cada duas horas, tempo esse que foi definido levando-se em conta um tempo médio de processo para duas máquinas, ou seja, a cada rodada a retirada deve ser feita para duas máquinas.

O dimensionamento das quantidades em estoque. A definição do tamanho do supermercado levou em conta o consumo teórico previsto para um período de seis meses, ou seja, com a previsão definida, os itens armazenados devem suportar o consumo de quatro dias.

Desta forma, o sistema de produção em lotes garante um bom percentual de utilização dos equipamentos no processo de fabricação, além de flexibilizar a montagem.

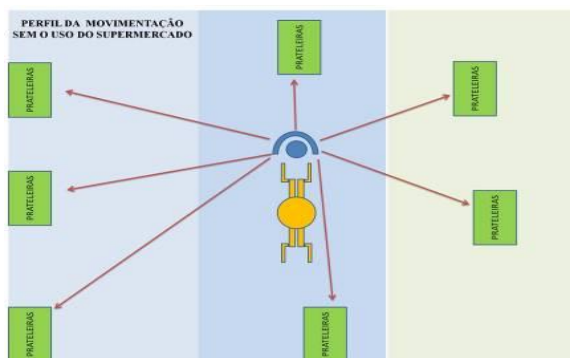


Figura 3.3.13- Perfil de deslocamento sem supermercado

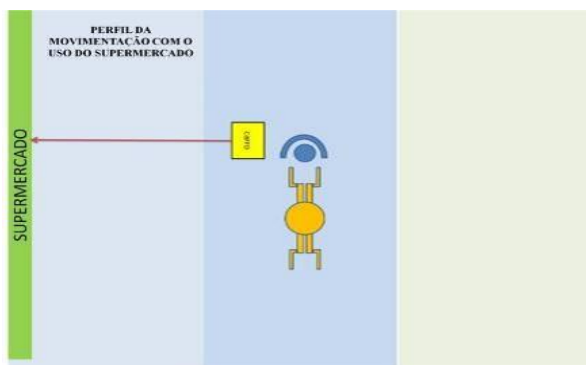


Figura 3.3.14- Perfil de deslocamento com supermercado



Figura 3.3.15- Foto do supermercado do setor

Os tipos de itens armazenados nos supermercados são os seguintes:

Adquiridos: Itens provenientes do almoxarifado são entregues no posto de trabalho. Exceto os de grande dimensão, que utilizam o supermercado, devido ao excesso de peso ou dimensão para manuseio em caixas plásticas;

Fabricados: Todos os itens fabricados fazem parte do supermercado;

Terceirizados: Assim como os fabricados, os itens provenientes de fornecedores externos seguem o mesmo modelo de gestão no supermercado.

3.4. LOOP FLUXO

Os processos de montagem são peculiares devido à inexistência de referências, uma vez que este é um produto novo para a unidade brasileira.

Os trabalhos foram iniciados analisando-se a montagem teste dos lotes piloto (Figura), e com base nesta análise elaborou-se o mapa do estado atual.



Figura 3.63 - Foto da montagem dos lotes piloto

3.4.1. Fluxo contínuo

Segundo Rother e Harris (2002), se o fluxo não for contínuo, mesmo uma célula de trabalho bem elaborada somente terá alcançado no máximo cinquenta por cento de redução do tempo de não agregação de valor esperado da situação futura.

Em toda a cadeia produtiva, tentou-se aprimorar o fluxo de maneira a reduzir os tempos totais de produção. Entretanto, neste trabalho, a integração das etapas em fluxo contínuo foi efetuada somente para as etapas de montagem. Este trabalho considerou os seguintes aspectos: (a) nivelamento da montagem ao cliente; (b) os tempos de produção para o balanceamento das etapas; (c) a busca por eliminar os deslocamentos (Figura 3.64). Para isto, materiais, informação e operadores foram tratados da seguinte maneira:

Material: Peças devem ser movidas de uma etapa que agrega valor diretamente para outra, que também agrega valor;

Informação: Todos devem conhecer a meta de produção e perceber problemas rapidamente;

Operador: O trabalho deve ser cíclico e consistente, além de estar livre de operações que não agregam valor.

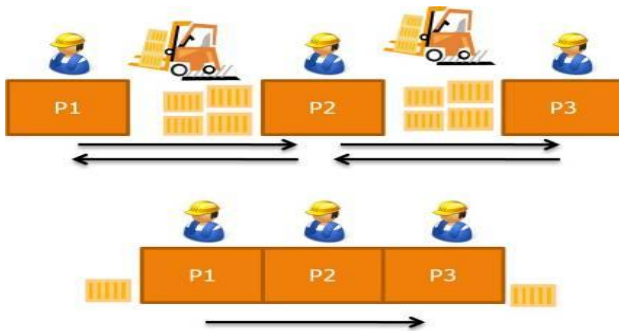


Figura 3.64 - Modelo da reestruturação do fluxo

Segundo Rother e Harris (2002), no desenvolvimento do fluxo contínuo deve-se responder a onze questões, as quais são:

- Escolha do produto e organização do pedido;
- Definição do Takt Time;
- Os elementos de trabalho necessário para fazer um item;
- O tempo real necessário para cada elemento de trabalho;
- Os equipamentos podem atender o Takt Time;
- Qual o nível de automação;
- Organizar o processo físico;
- Definição do número de operadores necessários para atender o Takt time;
- Distribuição do trabalho entre os operadores;
- Definição do processo puxador;
- Como o processo puxador reagirá frente às mudanças na demanda dos clientes.

Os tópicos descritos acima são referências clássicas do desenvolvimento do fluxo contínuo. O presente trabalho descreve os onze itens.

3.4.2. Escolha do produto e organização do pedido

Inicialmente, os pedidos eram enviados via e-mail da matriz na para a unidade brasileira. Estes pedidos eram frutos de uma previsão em

longo prazo do serviço comercial francês. Essa forma de trabalho, muitas vezes, era lenta e necessitava que a informação fosse confirmada, via ligação telefônica internacional.

Tendo em vista a situação acima, o sistema de informação foi adequado para a utilização de aplicativos no software AS400, com suporte ao envio em tempo real de informações da carteira de pedidos e dos carregamentos.

Os pedidos são recebidos via sistema e processados, e em seguida recebe-se uma programação mensal de produção (Tabela 3.4.1), com detalhes de quantidade e modelos a serem produzidos.

Posteriormente a esta etapa, os pedidos são enviados para o coordenador do setor de montagem em uma programação detalhada, dia a dia (Tabela 3.4.2). Os pedidos respeitam uma estratégia de nivelamento que leva em consideração o atendimento dos pedidos e a flexibilidade da montagem. Os modelos não devem exceder a quantidade de dez modelos na mesma série de produção. Ou seja, a capacidade em atender a demanda deve obrigatoriamente distribuir o mix de produtos no pedido.

Tabela 3.4.1 - Definição da produção mensal junho

	KNA	KSA	TOT	KNA	KSA	TOT	KNA	KSA	TOT	KNA	KSA
EL 22 - 120		10	10			0		5	5		
EL 22 - 150		10	10			0		5	5		
EL 23 -120	24		24	28		28			0		
EL 23 -150	24		24	66		66			0		
EL 43 - 105		26	26			0	12	10	22	10	10
EL 43 - 130		44	44			0	24	16	40	22	18

Tabela 3.4.2 - Definição da produção semanal

DATA	MODELO	Nº PEDIDO	DATA	MODELO	Nº PEDIDO
------	--------	-----------	------	--------	-----------

01/set	EL23 - 150	EL23A0514	08/set	EL23 - 120	EL23A0532
	EL23 - 150	EL23A0515		EL23 - 120	EL23A0533
	EL23 - 150	EL23A0516		EL23 - 120	EL23A0534
	EL23 - 150	EL23A0517		EL23 - 120	EL23A0535
	EL23 - 150	EL23A0518		EL23 - 120	EL23A0536

3.4.3. Heijunka

O nivelamento da produção é um conceito relacionado à programação da produção. Um programa nivelado é obtido pelo sequenciamento apropriado dos pedidos, que significa “nivelamento da produção”. O Heijunka converte a instabilidade da demanda dos clientes em um processo de manufatura nivelado e previsível, visando estabilizar o fluxo de valor.

O Heijunka consiste na programação nivelada, através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo, das variações diárias de todos os pedidos, para corresponder à demanda no longo prazo. Dito de outra maneira, Heijunka é o nivelamento das quantidades e tipos de produtos.

A programação da produção, através do Heijunka, permite a combinação de itens diferentes de forma a garantir um fluxo contínuo de produção, nivelando também a demanda dos recursos de produção. O nivelamento permite a produção em pequenos lotes e a redução dos estoques de produtos intermediários e acabados.

Outras vantagens resultantes do nivelamento da produção são as seguintes: (a) uma elevada precisão no atendimento ao cliente; (b) redução das áreas utilizadas; (c) melhoria na rotina de trabalho dos colaboradores, que não necessitam executar a mesma operação em seqüências longas e exaustivas.

O sistema de distribuição da gama de produtos, na produção diária, pode ser visto na **Error! Reference source not found.** As subfamílias de máquinas são agrupadas em seqüências contínuas, para o sistema de produção convencional do estado atual de produção. Porém, a nova abordagem de nivelamento deve ser mais eficiente em distribuir as subfamílias em pequenos grupos, durante o mês de programação. Esta abordagem é uma necessidade do fluxo contínuo e da produção puxada, além de ser uma representação fiel do panorama de consumo nivelado ao cliente.

Tabela 3.4.3 - Planilha de nivelamento para junho / 09

PRODUÇÃO JUNHO		QT TOTAL	QUANTIDADE DE MÁQUINAS POR MODELO																									
MODELO	EL 22 - 120	0																										
MODELO	EL 22 - 150	0																										
MODELO	EL 23 - 120	0																										
MODELO	EL 23 - 150	0																										
MODELO	EL 43 - 105	20																										
MODELO	EL 43 - 130	40																										
MODELO	EL 43 - 150	60																										
MODELO	EL 43 - 190	26																										
MODELO	EL 53 - 100	0																										
MODELO	EL 53 - 130	12																										
MODELO	EL 53 - 155	26																										
MODELO	EL 53 - 190	16																										
SEQUÊNCIA DA PRODUÇÃO EM MASSA																												
PRODUÇÃO LEAN																												

O nivelamento é apresentado de maneira visual nos quadros de controle de produção para todos os colaboradores. O sistema apresentado na Tabela 3.4.3 - Planilha de nivelamento para junho / 09 é uma ferramenta do modelo de distribuição, adotado para agilizar o atendimento aos pedidos e reduzir inventários em processos longos, que exigem uma demanda muito forte de itens em períodos espaçados. A Figura 3.4.1 **Error! Reference source not found.** mostra o estado ideal de distribuição, no qual o sistema de programação deve se basear.

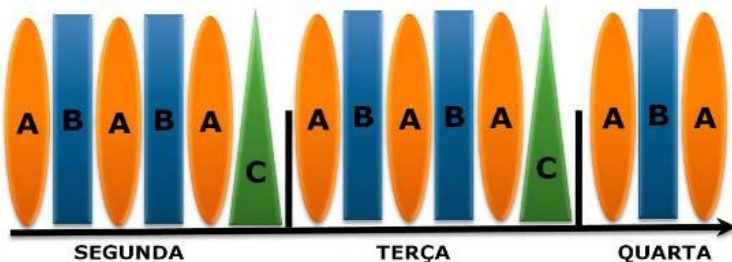


Figura 3.4.1- Estratégia de nivelamento dia a dia

3.4.4. Definição do Takt time

O tempo takt (palavra alemã que significa “ritmo”) é o tempo disponível para a produção, dividido pela demanda de mercado. Ou seja, ele dita o ritmo de produção e orienta o tempo de avanço das etapas. O tempo takt é calculado através da equação (3.4.1)

Equação 3.4.1 - Tempo takt

$$\text{Tempo takt} = \frac{T_a}{d}$$

Onde: T_a = tempo disponível; d = demanda

Para o presente trabalho, foram estabelecidos os seguintes parâmetros:

Demanda mensal: 176 máquinas/mês

Consumo diário: 8 máquinas/dia

Tempo total: 540 min/dia

Tempo real trabalhado: 480 min/dia

Com os valores acima, o tempo takt é calculado como se segue:

Equação 3.4.2 - Tempo takt 2

$$\text{Tempo Takt} = \frac{480 \text{ min/dia}}{8 \text{ máq/dia}} = 60 \text{ min/máq}$$

Considerou-se, neste trabalho, um percentual de aproximadamente 25% da capacidade produtiva diária, variando de 360 minutos diários até 600 minutos diários. A variação da demanda adotada é uma flexibilização exigida pelo segmento de atuação desta linha de produtos. As possíveis variações podem ocorrer ora por problemas climáticos, que impactam diretamente nas vendas, ou no sistema cambial brasileiro de câmbio flutuante, que ora gera exportações favoráveis, ora não. Isto é, este modelo de flexibilização é fator decorrente para o sucesso em lidar-se neste mercado.

A variação dos tempos totais trabalhados será descrita segundo os seguintes tipos de demanda: (a) na alta demanda pelo uso de horas extras; (b) na baixa demanda por uma jornada menor de trabalho no setor.

3.4.5. Definição dos tempos e elementos necessários para cada elemento de trabalho

A cronometragem das etapas de montagem foi obtida inicialmente acompanhando-se a fabricação do lote piloto, que tem um tempo total de montagem de duzentos e vinte minutos por máquina.

Após o acompanhamento do lote piloto, a etapa seguinte foi a divisão do tempo total em quatro tempos parciais, de até no máximo sessenta minutos, conforme tópico descrito anteriormente.

Desta forma, o trabalho foi realizado em quatro etapas distintas, dentro do setor no estado futuro. As divisões do layout compreendem quatro etapas, chamadas de postos de trabalho descritos nas tabelas abaixo..

Em seguida, a tomada de tempo iniciou-se juntamente com as primeiras simulações da nova célula de montagem. Os tempos usados são a média aritmética de três medições, e os tempos são descritos em minutos.

Tabela 3.4.4 - Tomada de tempo para a montagem da máquina

Atividade	min:seg
1º	Buscar carro das peças
2º	Acoplar chassi menor no dispositivo
3º	Preparo
4º	Pré montagem do carter
5º	Montar Carter no chassi
6º	Pegar chave para apertar chassi

Tabela 3.4.5 - Tomada de tempo para montagem da máquina

Atividade	min:seg
32º	Fixando e apertando
33º	Pegar rotor
34º	Pegar peças para o rotor
35º	Remover proteção
36º	Buscar enxadas
37º	Montar componentes

Tabela 3.4.6 - Tomada de tempo para o teste

Atividade	min:seg
55º	Colocar refletores

56°	Buscar adesivos	03:00
57°	Colocar adesivos	03:59
58°	Colocar parafuso da chapa lateral no chassi	06:34
59°	Aguardando ponte rolante	06:43
60°	Retirar máquina anterior do teste	09:45
61°	Retirar máquina do suporte	11:45

Tabela 3.4.7 - Tomada de tempo para a embalagem

Atividade	min:seg
79°	Adesivar proteção frontal
80°	Buscar plástico para embalagem
81°	Embalar proteção
82°	Buscar capo
83°	Buscar adesivos
84°	Montar vareta no capo
87°	Montar eixo no capo

3.4.6. Os equipamentos podem atender o Takt Time

Todos os recursos necessários para o atendimento ao Takt time foram alocados antecipadamente no setor.

3.4.7. Qual o nível de autonomia

Os dispositivos de montagens foram elaborados com o propósito de realizar uma análise passa-não passa, o que inibe o erro dimensional de acoplamentos entre etapas.

3.4.8. Organizar o processo físico

Para dimensionar adequadamente o estado futuro, reorganizou-se o fluxo e dividiram-se as etapas de trabalho. Algumas abordagens no aprimoramento do layout são apresentadas nos próximos itens.

O fluxo de materiais deve ser lógico e direto, porém no estado inicial da produção nem sempre tem-se uma organização adequada. Isto geralmente acarreta uma distribuição confusa de áreas e deslocamentos (Figura 3.4.2). A necessidade em agilizar e reordenar o setor deve ser uma busca no processo de melhoria. Desta forma, a ordenação de espaços e fluxo deve seguir um padrão coerente e estável (Figura 3.4.3). Os exemplos a seguir ilustram cenários da organização do fluxo.

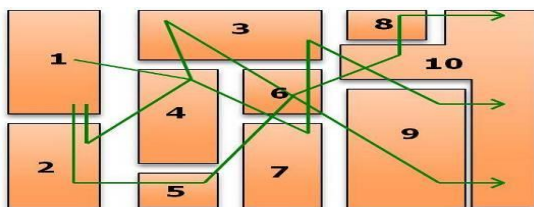


Figura 3.4.2- Perfil da movimentação de materiais no setor no estado atual

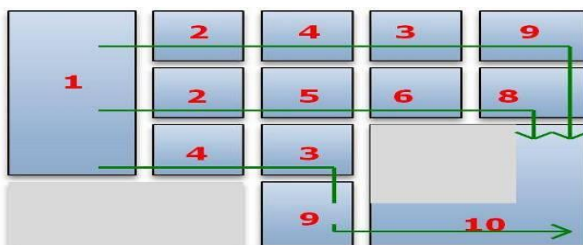


Figura 3.4.3- Perfil de movimentação de materiais no estado futuro

3.4.9. Levantamento do layout atual

Para o início da fabricação dos lotes piloto buscou-se efetuar o levantamento do layout atual (Figura 3.4.4). Os seguintes parâmetros foram levados em consideração:

- As máquinas devem localizar-se bem próximas umas das outras, para minimizar distâncias percorridas;
- Eliminação de espaços e locais de estoque de peças entre processos;
- Ergonomia apropriada nas estações de trabalho;
- Ferramentas e materiais tão próximos quanto possível do ponto de uso;
- Não produzir por lotes, fluxo contínuo nas etapas;
- Alimentação das linhas de montagem de maneira a suprir as peças conforme a necessidade.

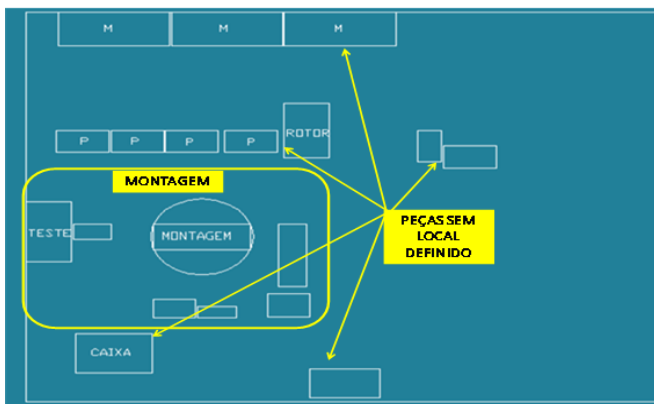


Figura 3.4.4 - Layout atual

Esta ilustração do fluxo representa o estado do setor antes da ordenação do layout, e nesta abordagem o setor de montagem é uma área central, sem divisão em postos de trabalho, e com as peças em espaços não definidos.

3.4.10. Levantamento dos deslocamentos

A eliminação dos deslocamentos desnecessários foi um elemento importante na elaboração do layout futuro. Desta forma, o uso do diagrama de deslocamento para dimensionar graficamente os deslocamentos dos operadores em busca de materiais, foi uma ferramenta de grande importância. O procedimento consiste inicialmente em: (a) desenhar o deslocamento dos operadores em sua rotina de trabalho; e, (b) dimensionar o deslocamento realizado em uma etapa de trabalho.

Desta forma, o deslocamento foi medido no layout atual do setor especialmente desenhado em escala de medidas, para contagem métrica da movimentação (Figura 3.4.5). Para um levantamento preciso do deslocamento, todas as medições foram descritas três vezes, acompanhando o montador em sua rotina de trabalho (Figura 3.4.6).

O diagrama de deslocamento contribui significativamente para a tomada de decisões referentes às alterações de posicionamento dos equipamentos no setor.

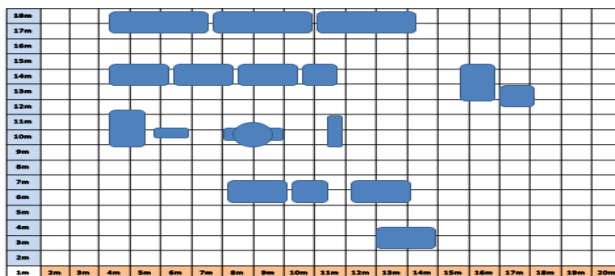


Figura 3.4.5 - Mapa para levantamento dos deslocamentos

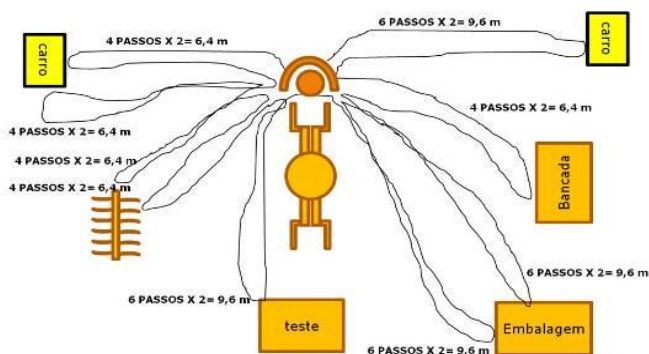


Figura 3.4.6 - Contagem do deslocamento de um operador no setor

3.4.11. Projeto e Implementação do novo layout

O projeto do novo layout foi feito visando o melhor aproveitamento físico dos espaços, resultando em um estímulo à melhora do ambiente de trabalho. Para definir o layout futuro foi realizada uma dinâmica de posicionamento de todos os itens do setor, em uma planta baixa de escala 1:100. Foi definida como meta a busca por seis possibilidades de layout (Figura 3.4.7), com suas qualidades descritas. Assim, o novo layout foi aprovado e iniciaram-se as alterações conforme projeto da montagem (Figura 3.4.8).

O setor foi alterado com o acompanhamento da equipe participante, para definição de detalhes não previstos no projeto (ver implementação do layout futuro nas Figura 3.4.9, Figura 3.4.10, Figura 3.4.11).

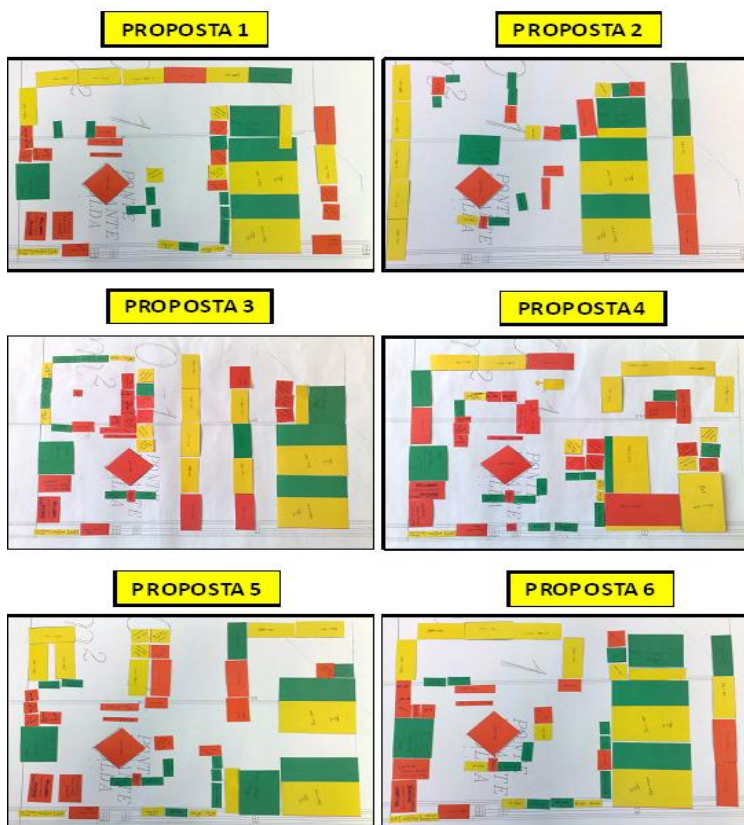


Figura 3.4.7- Dinâmica de organização do layout

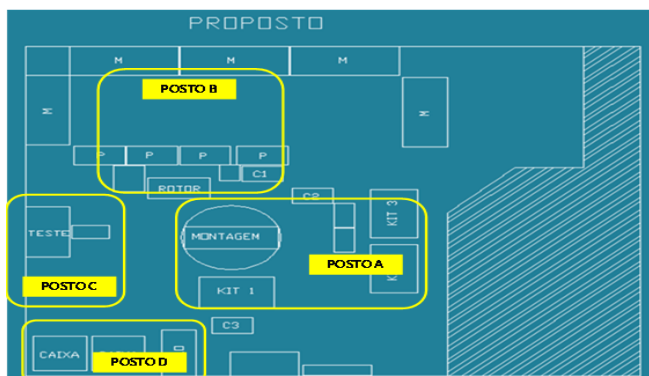


Figura 3.4.8 - Layout futuro



Figura 3.4.9- O início da implementação do layout futuro



Figura 3.4.10- Layout futuro em implementação



Figura 3.4.11 - Layout futuro implementado

3.4.12. Definição do número de operadores necessários para atender o Takt time

Para criar os postos de trabalho foi necessário calcular o número de operadores necessários para atender a demanda e nivelada ao Takt time. Este cálculo é feito através da equação (3.4.3), conforme ilustrado a seguir:

Equação 3.4.3 - Número de operadores

$$\text{Número de Operadores} = \frac{\text{Quantidade total de trabalho}}{\text{Tempo Takt}} \quad (2)$$

$$\text{Número de Operadores} = \frac{220\text{min}}{60\text{min}} = 3,66$$

Tem-se, portanto, a necessidade de quatro operadores. O item Quantidade total de trabalho é o tempo total de montagem para uma máquina.

3.4.13. Distribuir o trabalho entre operadores

A divisão dos postos de trabalho foi feita de maneira a unificar uma série de operações, tendo-se ao final um tempo de ciclo por posto de trabalho aproximadamente dez por cento inferiores ao tempo takt.

Esta abordagem de balancear o tempo de ciclo inferior ao tempo takt garante que eventualidades possam ser corrigidas pela carga excedente. Esta abordagem será usada somente nesta primeira etapa. Os ganhos de tempo são reflexos da otimização do fluxo de trabalho gerado pelo rearranjo do layout futuro.

As operações apresentadas na Figura 3.4.12 são uma ilustração das operações agrupadas para a divisão da carga de trabalho para os três postos de trabalho, uma vez que no quarto posto de trabalho os componentes serão embalados.

Equação 3.4.4 - Tempo de ciclo

$$TEMPO DE CICLO = \frac{\sum TEMPOS PARCIAIS OTIMIZADOS PELO FLUXO}{NÚMERO DE OPERADORES} \quad (3)$$

$$TEMPO DE CICLO = \frac{220 \text{ min}}{4} = 55 \text{ min}$$

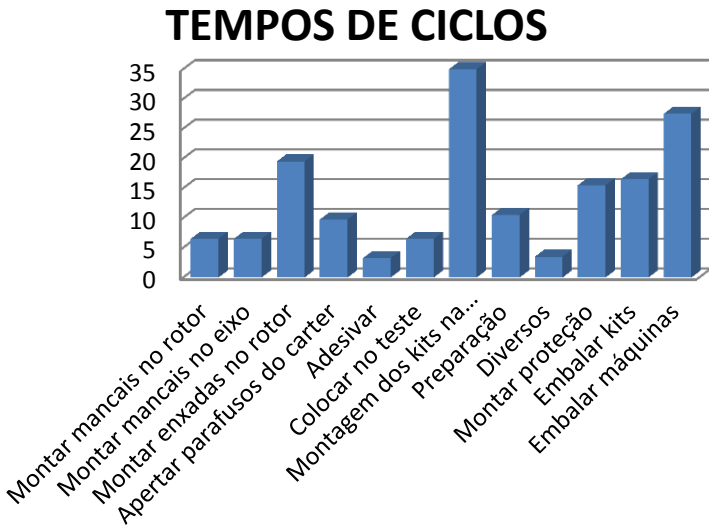


Figura 3.4.12 - Etapas de montagem agrupadas para o balanceamento

Os postos foram divididos fisicamente no setor e também no cadastro do sistema. Na Figura 3.4.13, os postos são destacados em vermelho, mostrando a divisão efetuada através do cadastro em software. Esta divisão foi realizada para que as listas de picking, descritas anteriormente, possam ser configuradas individualmente.

PRPPCGLI	POSTOS	Unidade
S=Seleção	M=Máquinas por posto	
: Dep	Posto	Local Es
183	5803 SOLDER MONTAGEM DO ROTOR EL	
183	5820 ROBO DE SOLDER CLOOS EL	
183	5850 MONTAGEM EL	
183	5851 MONTAGEM ROTOR EL	
183	5852 PREPARAÇÃO KIT ADICIONAIS EL	
183	5890 TESTE FINAL EL	
193	5900 JATO DE GRANALHA	
193	5910 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	
193	5920 PINTURA EM PO VERMELHA	
193	5921 PINTURA EM PO PRETA	

Figura 3.4.13 - Divisão de etapas através do software

Tabela 3.4.8 - Tempos por posto de trabalho

Posto de Trabalho	Operação	Tempo de Ciclo (min)	Tempo Total (min)
5851	Montar mancais no rotor	7	48
	Montar mancais no eixo	7	
	Montar enxadas no rotor	20	
	Apertar parafusos do carter	10	
	Adesivar	4	
5850	Montar kits na máquina base	6	51
	Preparação	35	
	Diversos	10	
5852	Montar proteção	6	42
	Embalar kits	18	
	Embalar máquinas	18	

Após a divisão das rotinas em postos de trabalho, os tempos medidos começaram a tornar-se mais reduzidos, conforme os operadores se especializavam em suas funções. Este efeito foi estimado no cálculo que considerou a variação de dez por cento do tempo de ciclo frente ao Takt time. Tal aprimoramento do processo é parte do objetivo de ganho de vinte por cento de produtividade.

As medições foram realizadas ciclicamente, com um tempo de ciclo de uma semana. Após quatro semanas os ganhos estabilizaram a representação do tempo médio de entrada de máquinas no teste Figura 3.4.14.

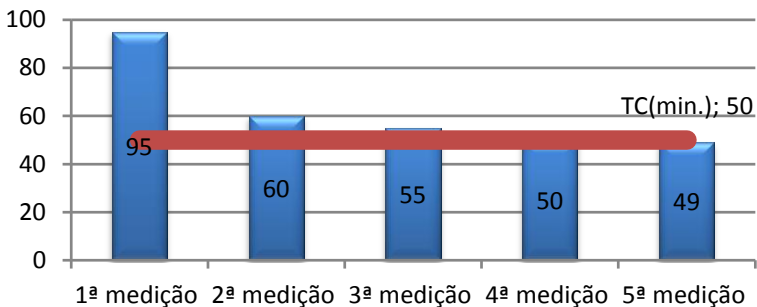


Figura 3.4.14 - Redução dos tempos de produção após divisão dos postos de trabalho

3.4.14. Algumas considerações no balanceamento:

Os três primeiros postos trabalham no mesmo ritmo, ver distribuição das operações para equalizar os postos nas

Figura 3.4.16,

Figura 3.4.17

Figura 3.4.18.

O quarto posto foi destinado a realizar a embalagem dos itens. Esta área trabalha em um ciclo ligeiramente menor.

Para o quarto posto, o operador dispõe de tempo para efetuar seu ciclo e dar suporte aos outros três postos (Figura 3.4.15). O desenvolvimento do fluxo contínuo nas etapas de montagem foi obtido com o desenvolvimento de um suporte de movimento circular que conecta e sincroniza os três postos de montagem. (ver figura 3.4.19 - Sistema giratório de fluxo contínuo).

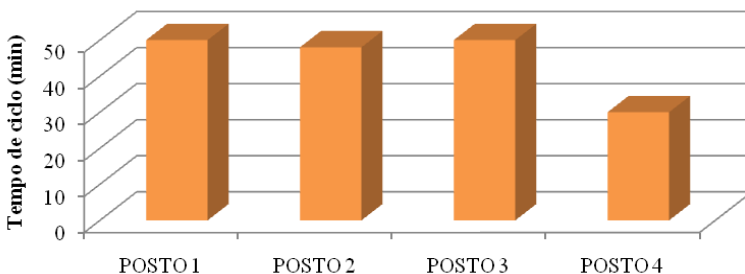


Figura 3.4.15 - Perfil dos tempos de ciclo na distribuição dos postos de trabalho

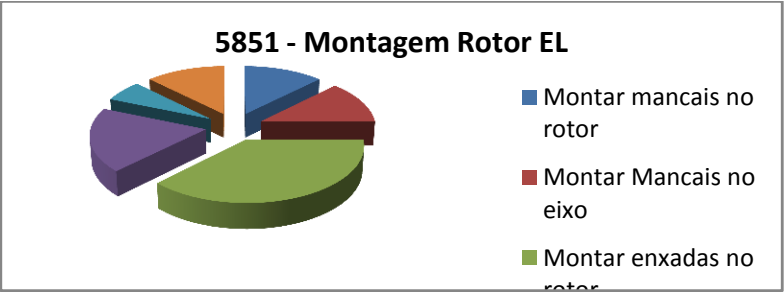


Figura 3.4.16 - Posto 1

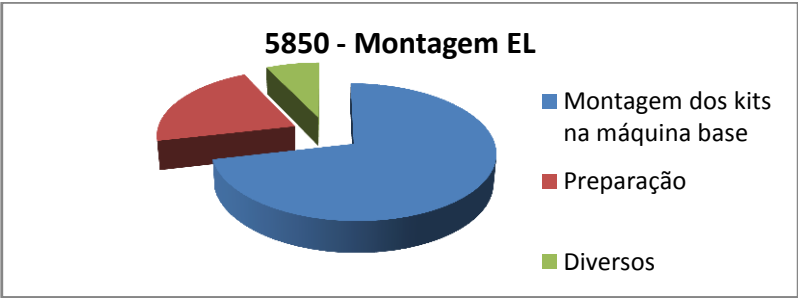


Figura 3.4.17 - Posto 2

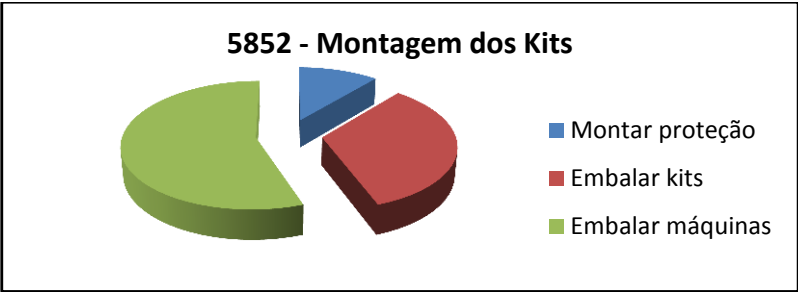
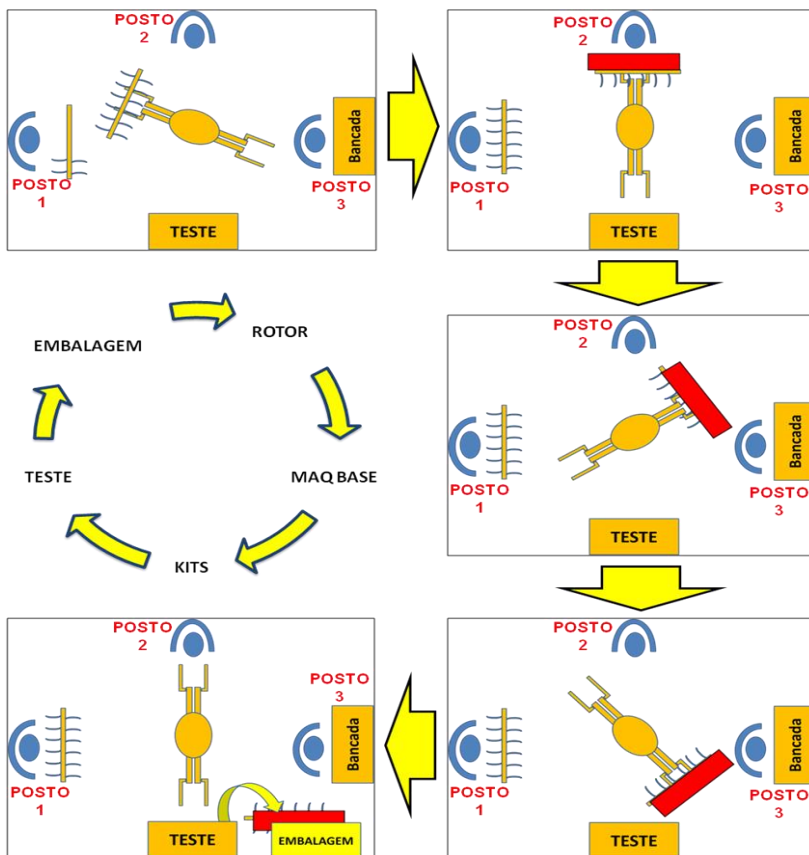


Figura 3.4.18 - Posto 3



3.4.19 - Sistema giratório de fluxo contínuo

3.4.15. Definir o processo puxador

No processo de desenvolvimento de células eficientes de montagem, um dos processos de maior importância é o aprimoramento das linhas de alimentação de itens a serem utilizados na montagem. Empresas manufatureiras, como a descrita neste trabalho, têm em sua linha de produtos a característica de necessitar de um alto nível de variedade de peças para a criação de um pequeno número de modelos finais (Figura 3.4.20 e Figura 3.4.21).

A alimentação ocorre de duas formas: (a) a distribuição dos itens uma vez por dia, via almoxarifado para os postos de trabalho (ver prateleiras de armazenamento na Figura 3.4.23), somente para itens pequenos e sem grande valor agregado (por exemplo: parafusos, arruelas, etc.); (b) os itens de grande valor agregado, ou fabricados, são entregues via empilhadeira no supermercado e coletados a cada duas horas com o uso de listas de picking.

Para o supermercado foram desenvolvidos carrinhos específicos para a coleta das peças, e também foi ativada a opção do software que gerencia listas de materiais para cada modelo de máquina. Os itens provenientes da soldagem utilizam o sistema de carros descritos no item 3.4.1.

A distribuição dos itens pré-montados no setor é realizada via FIFO. O layout proposto considera as montagens intermediárias, servindo a montagem principal no centro (Figura 3.4.22).

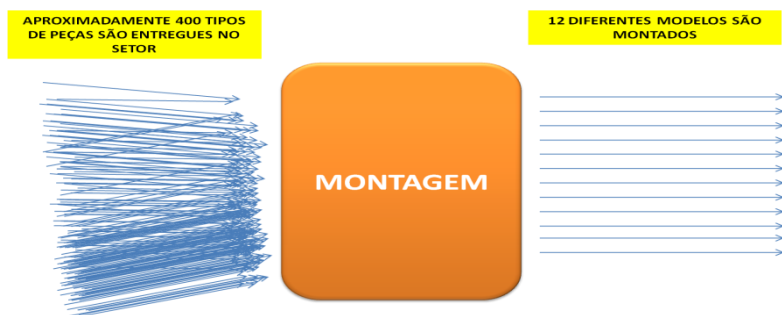


Figura 3.4.20 - Perfil de alimentação atual

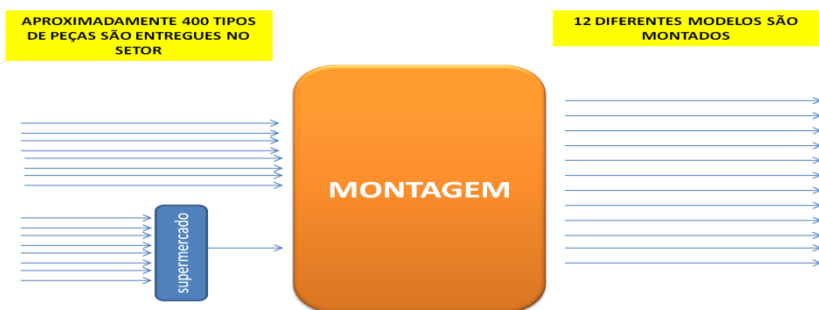


Figura 3.4.21 - Perfil de alimentação proposto no estado futuro

de um FIFO sincronizado de soldagem. Os tópicos serão descritos abaixo, e o processo puxador será detalhado no tópico Loop Puxar.

3.4.17. Listas de coleta de itens no supermercado (Picking list)

As picking lists tornam o sistema mais ágil e racional. Os operadores mais experientes não necessitam ir coletar peças, somente o operador menos experiente.

Desta forma, garante-se o ritmo de trabalho e a flexibilidade em montar todos os modelos, todo o tempo. A coleta é realizada com o uso da lista, liberada via sistema (Figura 3.4.25), e de carrinhos específicos - Figura 3.4.24.



Figura 3.4.24 - Carros de coleta

EL 22 / 23 150(ROTOR)			
	<div>Código: E1603030 Q: 2</div> <div>Descrição: MANCAL SQUERDO</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: E1605680 Q: 2</div> <div>Descrição: CARTER CENTRAL</div> <div>Entrega: X</div>
	<div>Código: D1502900 Q: 2</div> <div>Descrição: MANCAL DIREITO</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: E11003300 Q: 28</div> <div>Descrição: LAM DIR. 28MCS</div> <div>Entrega: X</div>
	<div>Código: E1000580 Q: 2</div> <div>Descrição: ROLAMENTO 6307</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: E11003200 Q: 28</div> <div>Descrição: LAM ESQ. 28MCS</div> <div>Entrega: X</div>
	<div>Código: E1004090 Q: 2</div> <div>Descrição: ROLAMENTO 6308</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: E1605740 Q: 2</div> <div>Descrição: EIXO PDF EL-22</div> <div>Entrega: X</div>
	<div>Código: E1003064 Q: 4</div> <div>Descrição: ROLAM. 6206 2RS</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: E11005200 Q: 4</div> <div>Descrição: BUCHA</div> <div>Entrega: X</div>
	<div>Código: E1302553 Q: 2</div> <div>Descrição: ROL. CONIC. 30205A</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: E1607380 Q: 2</div> <div>Descrição: EIXO TRANSM. 150</div> <div>Entrega: X</div>
	<div>Código: E1303573 Q: 2</div> <div>Descrição: ROL. CONIC. 30207</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: E1605810 Q: 2</div> <div>Descrição: EIXO TRANSM. 150</div> <div>Entrega: X</div>
	<div>Código: E2013573 Q: 2</div> <div>Descrição: RETENT. 35x72x12</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: X Q: X</div> <div>Descrição: X</div> <div>Entrega: X</div>
	<div>Código: E2015080 Q: 4</div> <div>Descrição: RETENT. 50x80x8</div> <div>Entrega: X</div>		<div>Código: X Q: X</div> <div>Descrição: X</div> <div>Entrega: X</div>

Figura 3.4.25 - Listas de picking (primeiro modelo)

3.4.18. Fluxo montagem-soldagem

Para melhor estabilizar o processo como um todo, criou-se uma célula de soldagem para a fabricação dos itens do EL. Para isto, dividiu-se essa nova célula em postos de trabalho: (a) célula de soldagem Kanban; (b) célula de soldagem sincronizada; (c) célula de soldagem robô. O objetivo deste procedimento é o desenvolvimento de um fluxo ágil e especialista. Este desenvolvimento paralelo tem como meta reduzir os tempos totais produtivos, com a conseqüente redução dos tempos sem agregação de valor.

A célula de soldagem dos EL's é coordenada pelo mesmo responsável da montagem. As etapas efetuadas nesta célula são as seguintes:

- Soldagem Kanban: É responsável pela soldagem dos pequenos itens liberados via kanban;
- Soldagem sincronizada: É responsável pela soldagem dos grandes itens enviados via carrinhos. Este ponto é o centro da informação dentro do processo transformador (ver mapa do estado futuro). Ou seja, a informação do Planejamento e Controle da Produção tem neste local o ponto de nivelamento. Todo o controlador dos itens a serem montados inicia-se nesta etapa;
- Soldagem Robô: Célula totalmente especialista na soldagem dos rotores.

3.5. LOOP PUXAR

Não é realista esperar que a demanda do cliente seja completamente regular, nem que o mix de produtos seja constante. Ao tentar-se ajustar a produção para responder a toda mudança de demanda, busca-se satisfazer esta demanda sem exceder os estoques.

A alternativa de produzir em grandes lotes pode contribuir para reduzir este problema, mas em contrapartida a empresa responderá mais lentamente às necessidades do cliente, além de manter grandes inventários de produtos acabados. Ambos os inventários aumentam o lead time do fluxo de valor. Para aperfeiçoar e manter o fluxo contínuo em um fluxo de valor enxuto é necessário tornar o fluxo tão ágil e unitário quanto possível, especialmente quando se refere ao processo puxador. Porém, sabe-se da dificuldade de transformar-se todo um

processo de manufatura em uma produção peça a peça. Desta forma, considera-se que é preciso decidir o tamanho do lote mais apropriado, antes da troca para outro tipo de produto.

Como mencionado anteriormente, no presente trabalho será utilizado o supermercado de peças, as quais serão puxadas via kanban, que deverão conferir flexibilidade ao sistema, ao mesmo tempo em que se permite o gerenciamento do fluxo contínuo na montagem por longos períodos de tempo.

Por essa razão, ao projetar-se o sistema puxador, foram definidos alguns cenários de oscilação do mercado, para que o sistema possa responder a eventuais aumentos e quedas de demanda. Basicamente, foram adotadas duas opções para responder a eventuais aumentos na demanda, as quais são:

Absorção de flutuações com supermercados;

Introdução de hora extra e carga excedente.

3.5.1. Plano para cada peça

Todo sistema de gestão de itens no chão de fábrica necessita de informações claras, visuais e de fácil manutenção, além de ferramentas de centralização da informação, em um plano único, com diversas características de cada peça. Além disso, gera-se acessibilidade a toda a equipe, contribuindo para o processo de implementação do modelo de produção a ser adotado para cada grupo de peças.

Muitas vezes, peças semelhantes na utilização final são itens completamente diferentes em sua fabricação. Todos os itens do setor foram detalhados em seus aspectos de fabricação, consumo e embalagem. As peças em utilização totalizam um montante de aproximadamente 400 componentes. Seguem abaixo detalhes de como foi realizado o levantamento e verificação dos itens.

A explosão da estrutura dos modelos apresentados nas Figura 3.5.1, Figura 3.5.2 e Figura 3.5.3, representam o grupo de peças que serão usadas para todos os postos de trabalho.

A definição do Plano Para Cada Peça (PPCP) deve ser tão ampla quanto possível, pois cada peça define um perfil distinto, tanto em seu fluxo, como em seu roteiro de fabricação.

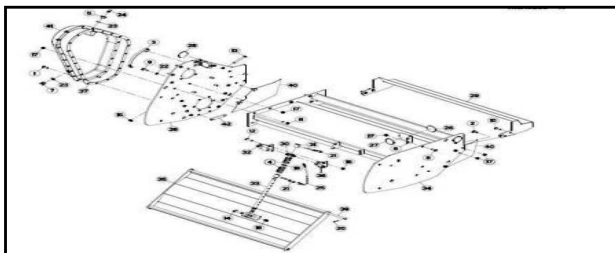


Figura 3.5.1- Vista explodida da máquina base para o posto de trabalho 5850

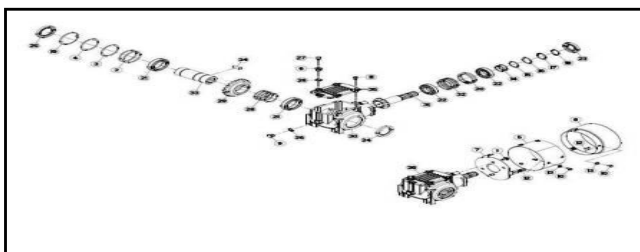


Figura 3.5.2- Vista explodida do Carter para o posto de trabalho 5851

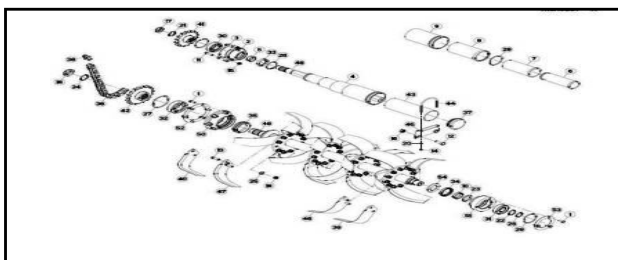


Figura 3.5.3- Vista explodida do rotor para o posto de trabalho 5851

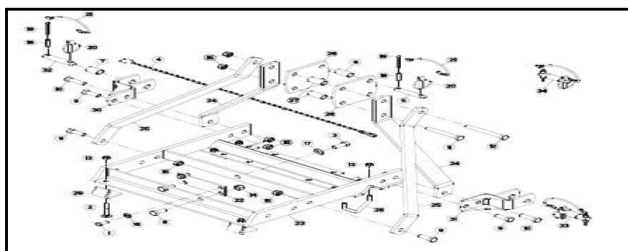
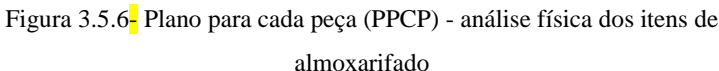


Figura 3.5.4- Vista explodida do suporte para o posto de trabalho 5852

Figura 3.5.5- Plano para cada peça (PPCP) - etapa de análise física dos itens



Página | 122

Tabela 3.5.1-Parte do plano para cada peça

CÓDIGO	ITEM	TIPO DE CADASTRO	GRUPO	QUANTIDADE	TIPO DE EMBALAGEM	PRAZO	PESO UNITÁRIO	PESO TOTAL	ENDEREÇO
YD924543	PROTEÇÃO	PC	FKB	230	M	3	1 Kg	276 Kg	G101A2
YD924565	CHAPA LATERAL	PC	FKB	345	G	5	Kg	45 Kg	G101A3
YD932550	GUIA DA MOLA	CJ	SCO	34	P	8	1 Kg	24 Kg	G101A4

Tabela 3.5.2 - Roteiros de fabricação

CÓDIGO	ITEM	FUNDIÇÃO	CORTE A LASER	CORTE SERRA	ESTAMPARIA	USINAGEM	SOLDAGEM	ZINCAGEM	PINTURA
YD924543	PROTEÇÃO			X				X	
YD924565	CHAPA LATERAL				X				X
YD932550	GUIA DA MOLA	X				X			X

3.5.2. Software de gerenciamento do sistema kanban

A abordagem utilizada para o sistema kanban foi definida para que os cartões tenham sua movimentação registrada no novo software. O ciclo de registro dos cartões compreende três etapas sendo (Figura 3.5.7):

O setor de montagem libera o cartão após consumir a última peça da primeira embalagem;

O setor de planejamento e controle da produção (PCP) coleta o cartão e registra no sistema a passagem deste item no estoque. Então ele imprime a etiqueta de confirmação de registro e atualiza os dados, com a nova impressão (Figura

3.5.8). Nesta etapa distribui-se os cartões com a nova etiqueta para o setor responsável pela fabricação do item solicitado;

O setor de fabricação recebe o cartão, que dá início ao processo transformador. As informações descritas no cartão devem ser seguidas. A entrega dos itens para a próxima etapa é de responsabilidade de quem fabrica. O cartão sempre acompanha as peças.

O sistema de passagem dos cartões foi adotado para facilitar a gestão dos estoques, bem como garantir que todos os dados presentes no cartão estejam sempre atualizados (ver modelo da etiqueta impressa para os cartões na Figura 3.5.9).



Figura 3.5.7 - Ciclo do Kanban na fábrica

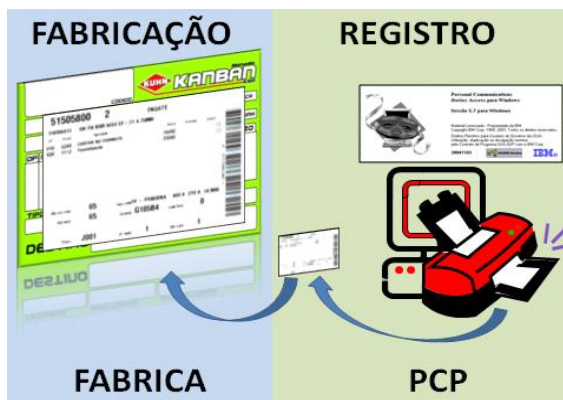


Figura 3.5.8 - Detalhes do processo de registro do PCP – Fábrica

NOME DA PEÇA
FASE DO DESENHO
CÓDIGO DA PEÇA

DATA LIMITE PARA ENTREGAR O ITEM AO PRÓXIMO POSTO DE TRABALHO OU DESTINO FINAL

MATÉRIA PRIMA

POSTO DE TRABALHO
ROTEIRO DE OPERAÇÃO

ENGATE

DESTINO FINAL

TIPO DE EMBALAGEM (ex. PEQUENA, MÉDIA, GRANDES CAIXULETOS)

QUANTIDADE TOTAL A SER PRODUZIDA

51505800 2		ENGATE	
OP:	Posto	Operação	Posto
610	5200	CORTAR NO FORMATO	16/02
620	1112	Torneirização	23/02
Ord por cado: 65		Ord total: 65	
Tipo cado: 10		Destino: G105B4	
Plano: J001		Nº cado: 1	
		Ord cado: 1	

400 X 270 X 10 MM

Local: 0

Local: 0

Figura 3.5.9 - Detalhes cartão Kanban (etiqueta)

3.5.3. Cadastro dos itens no sistema

Todos os itens que anteriormente foram definidos como kanbans, nesta etapa tiveram suas características registradas no AS400 (Figura 3.5.10). Esta etapa alimenta o sistema de controle de passagem, além de determinar o modelo de gestão a ser adotado para cada peça.

Uma vez cadastrado, como item de produção puxada, a geração de ordens de fabricação é automaticamente encerrada.

3.5.4. Tipos de Kanbans

Todos os kanbans foram divididos em três grupos, conforme seu perfil de consumo:

Tipo 1: Para itens da classe C do gráfico ABCXYZ, ou com um perfil de consumo de alta frequência. Não é realizada a gestão dos estoques na passagem do cartão pelo PCP. As quantidades em estoque são uma representação média de três quartos da quantidade máxima possível.

Tipo 2: Os kanbans descritos como tipo 2 são iguais ao tipo 1, diferenciando somente no controle de estoque, que é real. O consumo dos itens gera a baixa do estoque. A passagem dos cartões no PCP realiza a entrada do item no estoque.

Tipo 4: O tipo 4 é um modelo de kanban adotado para itens cujo volume varia muito durante um período determinado. Ou seja, são produtos com grande variação da demanda. Com esse tipo de kanban, o sistema modifica o volume a ser produzido conforme a necessidade (**Error! Reference source not found.**).

Tipos 3 e 5: Esses modelos de gestão dos Kanbans não serão usados

The screenshot displays the 'KANBAN' maintenance screen on an AS400 terminal. The title bar shows 'KUHN SA ORJATGMJ', 'KANBAN', and the date/time '26/10/09 17:06:01'. The main section is titled 'Manutenção dos Parâmetros'. It contains several fields and lists:

- Empresa:** B
- Unid.:** (empty)
- Produto:** Y5605370 HASTE PATOGRAFO SUPERIOR
- Gestão KANBAN:** 0 0=Sim
- Tipos de gestão:** A list of 5 options: 1 = KANBAN puro (sem OF), 2 = KANBAN fixo (com OF) simples, 3 = KANBAN fixo (com OF) múltiplo, 4 = Kanban recalculado (com OF) simples, 5 = Kanban recalculado (com OF) múltiplo.
- Nº plano:** 26/10/2009
- Data:** 26/10/2009
- Última:** 0,000
- Nova:** 0,000
- Gerenc. enc.:** 0=Sim
- Estoque processado:** 0=Sim
- Nº pass. PR:** N=Não

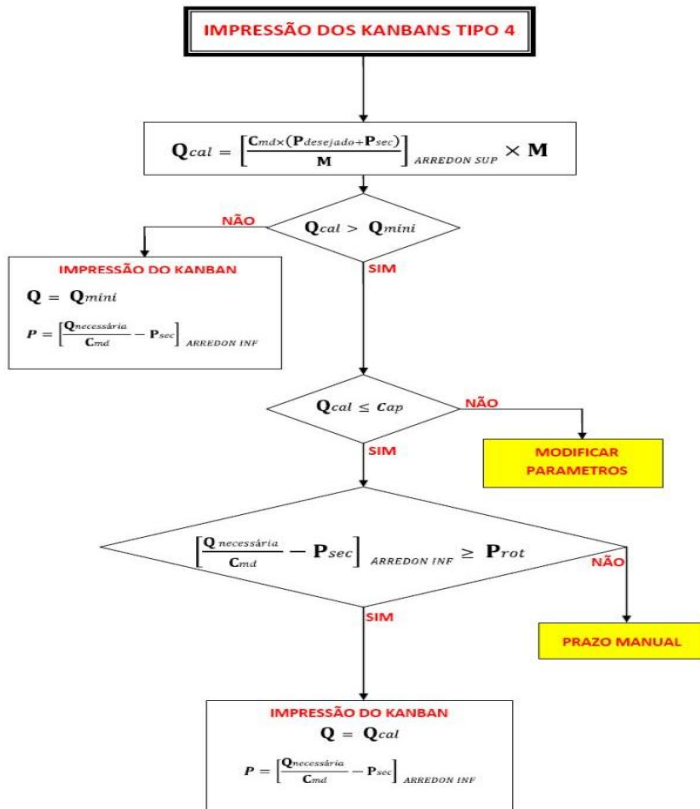
Below these fields are several sub-sections:

- Cxs. Tipo:** 20
- MEDIA:** 665
- Total:** 54
- N disparo:** 1
- N volta:** (empty)
- N mini:** (empty)
- Pecas Múltipla:** 400
- Prazo (em dias):** (empty)
- P desejad:** (empty)
- P seg:** (empty)
- P rotel:** (empty)

At the bottom, there are fields for 'Trancamen (O/L/)', 'Causa', and 'Picking'. The 'Destinação' field is set to '1202C2'. A footer bar contains function keys: F3=Sair, F2=Simulação, F4=Causas, F5=Cxs, F7=Gravar, F8=PCP, F9=Movimentos, F10=Etiqueta, F11=N de volta.

Figura 3.5.10 - Página de cadastro dos Kanbans

Equação 3.5.1 - Cálculo Kanban tipo 4



Siglas usadas na equação:

Q_{cal} = Quantidade calculada
 C_{md} = Consumo médio diário
 $P_{desejado}$ = Prazo desejado
 P_{sec} = Prazo de segurança
 M = Múltiplo
 Q_{mini} = Quantidade mínima
 P_{rot} = Prazo do roteiro
 Cap = Capacidade da embalagem
 $Q_{necessária}$ = Quantidade necessária

P = Prazo

3.5.5. Sistema Kanban

Após serem definidos os locais de produção e armazenagem para todos os itens, tornou-se necessário estabelecer parâmetros para o fluxo de materiais.

O sucesso da operação de entrega de material é obtido seguindo alguns parâmetros, dentre os quais tem-se: (a) definição de rotinas de trabalho; (b) definição da periodicidade das entregas; (c) definição de embalagens padrão para o armazenamento no local de trabalho; (d) transportadores para o deslocamento para o almoxarifado; (e) o uso dos dados aplicados no plano para cada peça descrito anteriormente.

3.5.6. Kanban almoxarifado – Fornecedor

O aprimoramento do fluxo de movimentação de materiais exige agilidade e acima de tudo organização dos estoques e pontos de entrega. A partir desta análise definiu-se a redução dos estoques no almoxarifado como aspecto necessário para a redução dos pontos de não agregação de valor.

Outros fatores associados à redução do volume dos itens em estoque são: (a) diminuição do valor imobilizado; (b) flexibilização das alterações de projeto, que não impactam na eliminação de grande número de itens adquiridos; (c) melhor controle dos itens e consequente melhora da acuracidade dos estoques; (d) fidelização dos fornecedores por se definir consumos constantes e seguros; (e) redução total do preço médio de compra.

Segue abaixo a descrição das situações passada e atual do sistema de aviso de falta de itens no almoxarifado.

Sistema anterior (Via suprimentos)

O fluxo de informações, gerado entre a falta até a chegada do pedido, determina um fluxo complexo e com muitos erros (Figura 3.5.11). Toda a geração de pedidos era cem por cento realizadas pelo PCP, via pedido central. O almoxarifado somente tem a função de receber os itens e entrega conforme solicitação. Porém, normalmente a previsão teórica é falha, e para esses casos o fluxo de informação da falta até a chegada do material é longo e, muitas vezes, ineficiente.



Figura 3.5.11 - Fluxo de informação almoxarifado para os suprimentos

Novo sistema (Direto do Almoxarifado)

A simplificação da informação é parte fundamental do sucesso do sistema lean. Todo esforço para este propósito reflete em estabilidade e flexibilidade (Figura 3.5.12). Pensando na solução do fluxo de materiais e de informação, a abordagem adotada foi o treinamento dos colaboradores do almoxarifado de forma a qualificá-los para atender a nova função de gerar ordens de compras sem passar pelo setor de suprimentos. A atribuição definida como prioritária é a liberação da solicitação, para o fornecedor enviar o novo lote. Toda a negociação é pré-definida pelo setor de suprimentos, ficando somente o envio da solicitação a cargo do almoxarifado.

As vantagens em adotar este sistema de aviso é a simplificação da informação, tendo como conseqüências: (a) ganho em agilidade do sistema; (b) maior envolvimento dos colaboradores do almoxarifado; (c)

liberação de tempo para as equipes do suprimento trabalhar em negociações de maior valor; (d) ganhos em organização (endereço das prateleiras, cadastro dos endereços no sistema).



Figura 3.5.12 - Fluxo de informações (compras diretas do almoxarifado)

3.5.7. Kanban Almoxarifado – Fábrica

Após a etapa de consolidação do sistema puxador com os fornecedores externos, o sistema foi fortalecido com o desenvolvimento das entregas diárias de itens via kanban à fábrica. A gestão de itens adquiridos, através do consumo real e da organização em caixas duplas, resultou no seguinte: (a) melhora na organização das áreas de armazenamento; (b) redução na falta de peças nas montagens; (c) melhora o controle dos itens.

A forma de aviso adotada para o almoxarifado levar os itens para a montagem é a liberação das caixas vazias em local definido no setor. A coleta das caixas é realizada duas vezes por dia pelo almoxarifado (Figura 3.5.13).

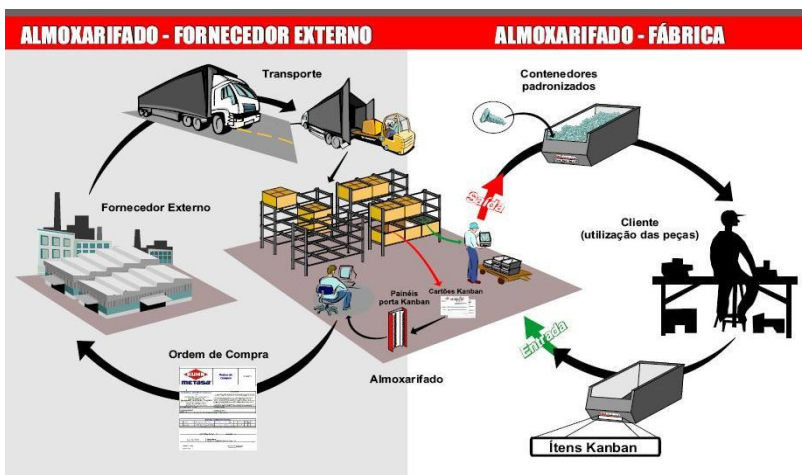


Figura 3.5.13 - Esquema do kanban de itens adquiridos

3.5.8. Kanban peças fabricadas

Anteriormente, o fluxo de trabalho era essencialmente um sistema de planejamento de produção empurrado, com ordens de fabricação. A adoção da produção puxada reflete um dos principais pontos das necessidades, para a realização do plano de implementação do mapa de fluxo de valor futuro. Sendo assim, o sistema deve atender alguns fatores: (a) transmitir a informação da produção diretamente do cliente interno para o fornecedor; (b) nivelar a demanda as necessidades reais do chão de fábrica; (c) realizar um controle preciso dos inventários e da produção.

O modelo utilizado é acima de tudo uma ferramenta de gestão de materiais e de produção. As informações são passadas através da movimentação dos cartões, e sendo assim o sistema de cartões movimenta, armazena e acompanha as peças puxadas (Figura 3.5.14).

Para a definição do modelo de kanban adotado na empresa, três pontos foram levados em consideração: (a) o modelo de kanban deve ser o mais intuitivo possível; (b) o sistema deve aumentar a flexibilidade do mix de produtos na montagem; (c) o sistema deve suportar e melhorar o sistema produtivo atual.

O sistema adotado foi o kanban de dupla caixa, que comporta as necessidades previamente definidas. Para a análise dos itens, usou-se o

3.5.9. Kanban matéria-prima

A demanda de itens fabricados via kanban necessita de estabilidade no fornecimento de matéria-prima. O consumo real dos itens fabricados via kanban muitas vezes gera uma demanda não prevista nas necessidades de matéria-prima. Isto invariavelmente causa falta de peças no início da cadeia interna de produção.

A gestão de itens de matéria-prima é, historicamente, uma previsão em longo prazo na organização de empresa de médio porte, e essa característica torna este ponto da cadeia um grande gerador de problemas. Empresas com consumo pequeno de matéria-prima não conseguem estabilizar fornecedores confiáveis, para toda a cadeia de necessidades. Desta forma, abordagens de pedidos just-in-time em ambientes de aquecimento do mercado brasileiro, historicamente, geram uma priorização a clientes com grande consumo mensal por parte da rede de distribuição.

Para minimizar os efeitos em não adotar sistemas mais ágeis e confiáveis com os fornecedores de matéria-prima, a abordagem foi focar no controle preciso dos estoques, de forma a se realizar pedidos baseados na programação e corrigir variações não previstas com controle de avisos visuais.

O sistema consiste em anotar as quantidades de matéria-prima em um quadro branco, localizado no setor de utilização da matéria-prima. Toda chegada e retirada de algum item é anotada no quadro. O valor que é registrado manualmente deve ser sempre superior ao informado no cartão acima. Se a quantidade for inferior, o cartão deve ser retirado para avisar o controle de produção que o item está com seu estoque muito baixo. Os avisos são distintos e diferenciados pela cor do cartão. Ou seja, quando a quantidade for menor que a quantidade do cartão amarelo, o cartão vai para o setor de suprimentos realizar o pedido, ou verificar os pedidos já existentes (Figura 3.5.16).

Quando a quantidade informada no quadro for menor que a informada no cartão vermelho, o mesmo funciona como ordem de compra imediata. O fluxo de retirada dos cartões do quadro está ilustrada na Figura 3.5.17.

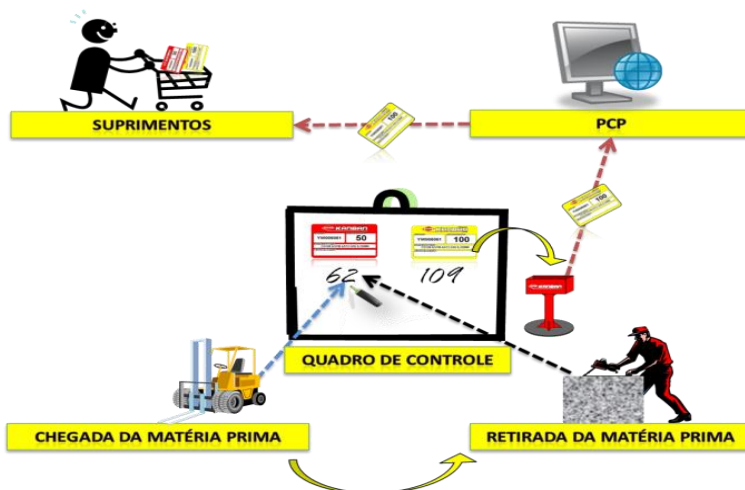


Figura 3.5.16 - Movimentação dos cartões

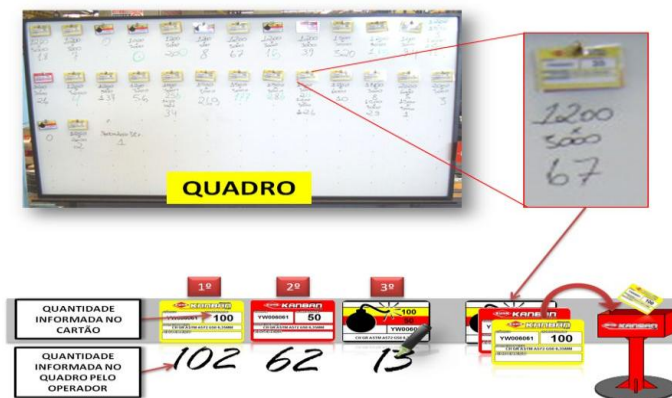


Figura 3.5.17 - Sistema de movimentação dos cartões no quadro

3.5.10. Kanban fundição – Terceiro e fábrica

A fundição é uma fábrica à parte, dentro do contexto da organização. O sistema usado para as peças fundidas é similar ao descrito no tópico 3.5.5, somente diferenciado na duplicidade de cartões,

para diferenciar a peça bruta com o cartão cinza e a peça trabalhada com o cartão azul (ver Figura 3.5.18). Esta diferença é necessária, pois em alguns casos peças iguais quando brutas são diferentes, depois de passarem pelo setor de usinagem. Além disso, para alguns casos em especial adotou-se o envio das peças fundidas para serem processadas em fornecedores externos, para este caso o funcionamento é o mesmo (Figura 3.5.19).

Para melhor diferenciar o fluxo de trabalho, as áreas para os dois tipos de peças fundidas (cartão azul e cinza) foram divididas. Ou seja, para as peças fundidas brutas, as quantidades são o dobro maior por embalagem que as destinadas para o cartão das peças usinadas. As peças de cartão cinza (fundido bruto) são armazenadas em local especialmente destinado para este fim no setor de usinagem.

As principais características a observar no sistema puxado com a fundição são: (a) observar o múltiplo de peças utilizadas no molde da fundição; (b) verificar a composição metálica das peças, itens de material especiais devem ter lotes maiores; (c) observar se no mesmo molde não é realizada outra peça parasita; (d) considerar o longo tempo de processamento da peça bruta ao usinado acabado.

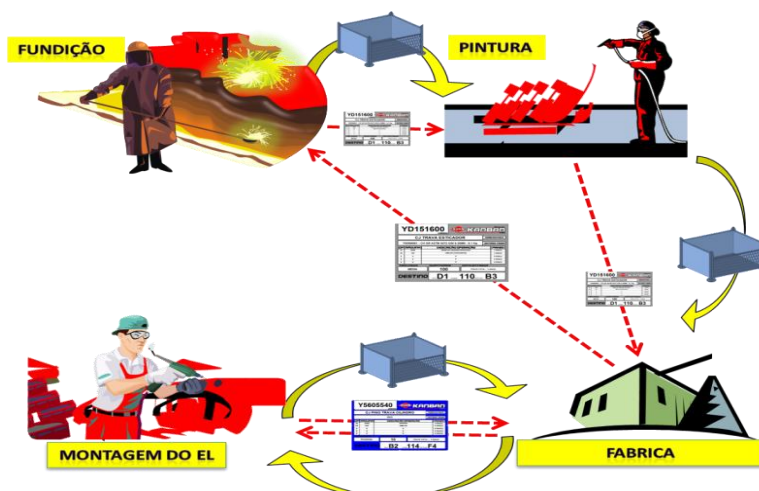


Figura 3.5.18 - Peças fundição

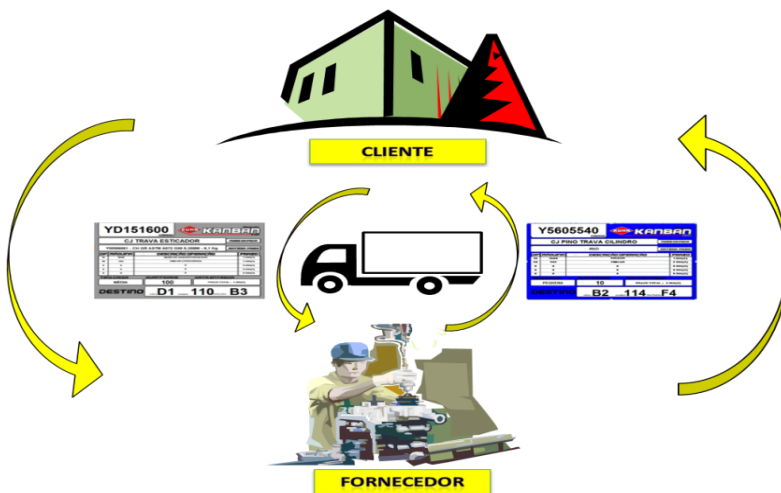


Figura 3.5.19 - Fluxo de envio de peças fundidas para processamento externo

4. CONCLUSÃO

Neste capítulo, descreve-se uma análise entre os resultados obtidos em relação aos objetivos inicialmente propostos. E de posse dos resultados são apresentadas sugestões de pesquisas futuras que possam usar o presente trabalho como ferramenta de auxílio ou base para o descobrimento de outros conhecimentos relativos ao tema.

4.1. RESULTADOS OPERACIONAIS

O aprendizado em desenvolver um projeto de implementação baseada nos conceitos da manufatura enxuta, para uma linha de produtos específica, tornou este trabalho um desafio tanto para a empresa, como para essa dissertação de mestrado.

Os conceitos implementados foram testados ao longo da produção de mil máquinas, ver Figura 4.1.1. Os ganhos em estabilidade e rotinas consolidadas de trabalho são reflexos de melhorias sentidas por todos que, de alguma forma, participaram deste trabalho.



Figura 4.1.1 - Mil máquinas produzidas

O compromisso de desenvolver um setor modelo de implementação foi alcançado, e desta etapa em diante tanto a equipe participante, quanto a cultura do chão de fábrica, compreendem os ganhos associados à manufatura enxuta, ver Tabela 4.1.1.

Em termos práticos, o setor gerou um aumento de produtividade e qualidade, e os objetivos da empresa com o presente trabalho foram cumpridos ou superados. O processo de sensibilização gerou inúmeros aliados, que terão condições de dar continuidade à implementação de mudanças futuras. As etapas de melhoria contínua (Kaizen), ou projetos

específicos continuam. Mesmo após o encerramento, desta etapa modelo.

Tabela 4.1.1- Dados operacionais

DADOS OPERACIONAIS	Antes do projeto	Após o projeto	Resultados
Produtividade	4 máq./dia	8 máq./dia	100%
Percurso montagem Chassis pequeno	1300 m	250 m	-87%
Percurso montagem da Base	580 m		
Área Ocupada	270 m ²	207 m ²	-23%
Capacidade de Produção	84 máq / mês	168 máq / mês	100%
Capacidade de Produção c/ 2 h extras	210 máq / mês		150%

O conhecimento do autor sobre a manufatura enxuta e das suas vantagens contribuiu significativamente para fundamentar e sensibilizar os colaboradores quanto à necessidade de mudanças no chão de fábrica.

4.2. RESULTADOS DA PESQUISA

Deve-se iniciar o projeto em uma área piloto de modo a enxergar o sistema como um todo e de forma controlada, podendo-se realizar acertos durante a implementação de forma a testar ideias.

O projeto de implementação, baseada nos conceitos da manufatura enxuta, envolveu conhecimento teórico e muita ação, sendo que todas as etapas de agilização do fluxo, onde se inclui o combate ao desperdício, foram efetuadas com bastante cuidado, de forma a aumentar a capacidade da empresa em satisfazer a demanda.

As ferramentas da produção puxada e fluxo contínuo tiveram compreensões diferentes. A produção puxada foi logo associada como um solucionador da situação conflitante dos erros de previsão de produção, porém as ferramentas de fluxo contínuo foram aceitas inicialmente, no entanto a associação da vantagem em diminuir os tempos de espera para não influenciar na cadeia de valor, foi de difícil convencimento.

A divisão das etapas em Loops foi uma abordagem para facilitar a compreensão dos objetivos do mapeamento do estado futuro. A compreensão da pesquisa se dá no levantamento de técnicas, da manufatura enxuta aplicadas em um estudo de caso. Fortemente focado na participação do pesquisador no processo transformador.

Por fim, a vitória está em desenvolver facilitadores do processo ao longo do projeto de implementação da manufatura enxuta. Desta etapa em diante, a empresa encontra-se preparada, tanto no aspecto do conhecimento de como abordar a manufatura enxuta, como no convencimento das equipes.

4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se, ainda, mencionar que o fortalecimento da estabilidade no chão de fábrica foi um fator determinante para que os objetivos propostos neste trabalho fossem alcançados. As etapas de transformação contaram com o apoio de diversas equipes dentro da organização. Os conceitos de fortalecimento das bases, em conjunto com a instalação do novo sistema de software ERP. Tornaram-se o foco da estabilidade. As ferramentas computacionais do AS400 foram adequadas para a implementação das técnicas da manufatura enxuta.

Esta dissertação contribuiu para suprir a necessidade do grupo em melhorar sua gestão de chão de fábrica. Além disso, este estudo teve o compromisso de adotar soluções que fossem acessíveis e padronizáveis para uma próxima etapa da transformação, por em quanto o conhecimento adquirido e as ferramentas testadas são válidos em empresas no ramo de implementos agrícolas.

A sensibilização e a transferência de conhecimento através das equipes são pontos bastante importantes para o sucesso da manufatura enxuta e, por isso, adotou-se uma forte etapa de treinamento. O conhecimento, através do aprendizado com dinâmicas de grupo, provou-se uma excelente ferramenta de sensibilização. O modelo somente deixou de ser uma técnica teórica quando a equipe passou a agir sobre os problemas do processo, visando a sua melhoria.

O mapeamento de fluxo de valor foi tão detalhado quanto possível, e foi explicado à alta gerência da empresa, a qual decidiu por disponibilizar os equipamentos necessários para melhorar o processo produtivo.

Após a etapa inicial conferir uma maior qualidade ao sistema, buscou-se então melhorar o fluxo da produção.

4.4. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Todo modelo de organização, mesmo se bem fundamentado é falho em atender todas as possíveis variáveis na adequação do modelo para o resto da fábrica. O conhecimento do processo pode ser considerado fundamental para a aplicação bem sucedida da manufatura enxuta em outros setores da empresa;

As considerações de fluxo contínuo são individuais para o setor de montagem, ou seja, o ganho obtido na cadeia de valor não contrabalança eficientemente os tempos sem agregação de valor na cadeia produtiva como um todo.

Os Kanbans de dupla caixa, adotados no trabalho, ajudam a flexibilizar a montagem das máquinas. Mas, por outro lado, geram estoques desnecessários. As rotinas de trabalho e procedimentos formais não foram abordadas.

Esta é uma pesquisa qualitativa e descritiva de uma situação específica de uma necessidade real. O que a torna uma descrição de uma ação. E sua aplicação em outros ambientes necessita de conhecimento do pesquisador em transcrever esta situação.

4.5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos resultados obtidos, pode-se sugerir como pesquisas futuras:

A implementação das ferramentas de manufatura enxuta em outras linhas de produtos da empresa: como a presente pesquisa tratou de uma área piloto, sugere-se partir para um projeto maior observando-se as várias dificuldades de implementação indicadas e planejando ações para evitá-las.

Um estudo mais focado na motivação dos colaboradores quanto à necessidade de se trabalhar em projetos de transformação da rotina de trabalho.

Comparar a implementação da produção enxuta entre empresas do seguimento de implemento agrícola: quais desenvolvem métodos próprios, quais usam consultorias, quais usam conceitos e métodos

definidos pela matriz (no caso das multinacionais). Realizando-se uma avaliação dos diferentes tipos de dificuldades e resultados operacionais.

5. OBRAS CITADAS

- A ESSÊNCIA DA FERRAMENTA" MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR". (2001).** Acesso em 2 de Março de 2009, disponível em GETEQ: <http://www.geteq.ufsc.br/control/upload/arquivos/mfv.pdf>. Acessado em 23/08/09.
- ADAIR, C. B., & MURRAY, B. A. (ND).** *Revolução Total dos Processos: Estratégias para Maximizar o valor do Cliente*. Nobel.
- CARNEIRO, F. L. (2006).** *O sistema de produção enxuta e sua implantação na Volkswagen do Brasil*. Acesso em 21 de Fevereiro de 2008, disponível em Site da Unesp: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais10/gestaodaproducao/arq03.PDF>. Acessado em 17/2/09.
- CLÍMACO, R. R. (2003).** Tecnologia de grupo e manufatura celular aplicadas ao projeto de leiaute industrial para pequenas e médias empresas:simplificação do fluxo de produção de uma empresa metal mecânica. *XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção* , 2-4.
- DENNIS, P. (2008).** *Produção Lean Simplificada*. Porto Alegre: Editora Bookman.
- FERREIRA, A. A., ANA CARLA, R. F., & MARIA, P. I. (2006).** *Gestão Empresarial de Taylor aos nossos dias: Evolução e Tendências da Moderna Administração de Empresas*. Cengage Learning Editores.
- FRIGERI, M. (2008).** ANÁLISE SOBRE O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: UMA FERRAMENTA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA.
- LAZARENTO, R. R. (s.d.).** Acesso em 12 de Março de 2009, disponível em NUMA: <http://www.numa.org.br/gmo/arquivos/artigo.doc>. Acessado em 20/12/08.
- LIKER, J. K. (2005).** *O Modelo Toyota*. Porto Alegre: Bookman.
- LINDGREN, P. C. (2001).** Implementação do Sistema de Manufatura Enxuta (lean manufacturing) na Embraer. Taubaté, São Paulo.
- LUIS, S., & ROSENFELD, H. (11 de Novembro de 1999).** *LEAN PRODUCTION*. Acesso em 23 de Janeiro de 2009, disponível em NUMA:

http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/lean.html. Acessado em 06/08/09.

MARCHWINSKI, C., & SHOOK, J. (2007). *Léxico Lean*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

OHNO, T. (1997). *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.

PACE, J. H. (2003). *O Kanban na Prática*. Rio de Janeiro: Qualitymark.

QUEIROZ, J. A., RENTES, A. F., & ARAUJO, C. A. (03 a 05 de Novembro de 2004). Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real. *XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção*, pp. 9-12.

ROTHER, M., & HARRIS, R. (2002). *Criando Fluxo Contínuo*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

ROTHER, M., & SHOOK, J. (2003). *Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

SHINGO, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia*. Porto Alegre: Bookman.

SILVA, A. L., & GANGA, G. M. (2006). Aplicando a tecnologia de grupo para proposição do layout: um estudo de caso na indústria de estruturas metálicas. *XXVI ENEGEP*, 1-2.

SIMUCAD. (S.D.). *Processo geral de Construção do Layout*. Acesso em 25 de Março de 2009, disponível em Site do Simucad: <http://www.simucad.dep.ufscar.br/>. Acessado em 15/10/09.

SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. (2002). *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas S.A.

SMALLEY. (2005). *Um guia para aperfeiçoamento de sistemas lean de produção, voltado para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia*. São Paulo: Lean Institue.

WOMACK, J. P., & JONES, D. P. (2004). *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Rio de Janeiro: Campus.

WOMACK, J. P., & JONES, D. T. (2006). *Soluções Enxutas*. Rio de Janeiro: Campus.

WOMACK, J. P., JONES, D. T., & ROOS, D. (2004). *A Máquina Que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro: Campus.